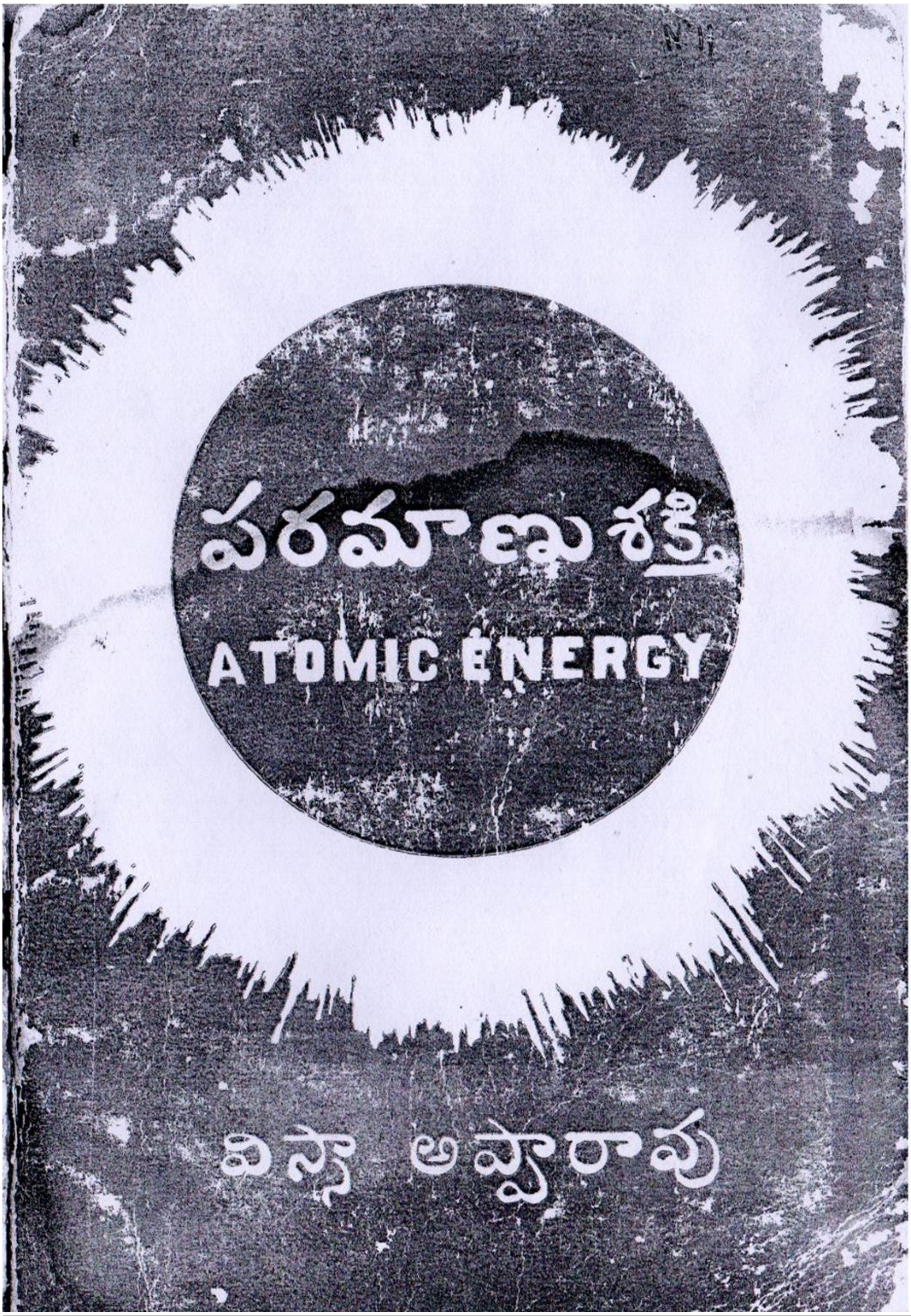
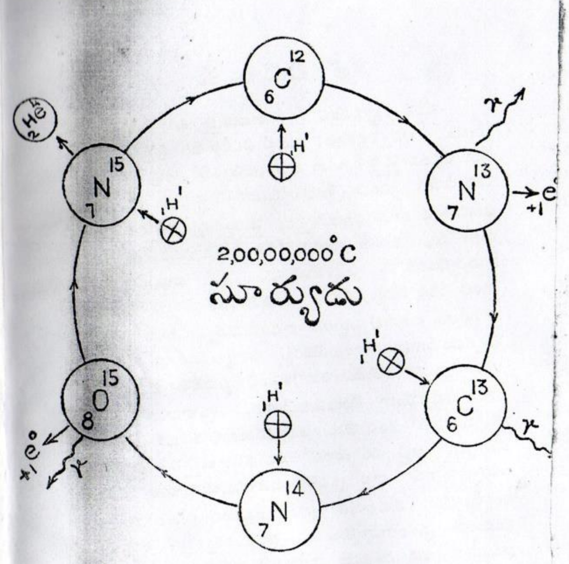
Paramanu Shakti (Atomic Energy) (1952)

by Vissa Apparao





ఉదజని → హీలియము పరిణామచక్రము

(పుట. 158)

పరమాణు శక్తి

This Document was Originally Photocopied and Uploaded by the National Library (India), Calcutta on the Internet Archive.Org but unfortunately Lost in the Way Back Machine of Archive.Org!

The Present Version is done on the Last Copy of the Publication by the Grandson of Prf.Vissa Appa Rao.

Photo Copying of the Publication by Uma Devaguptapu, Hyderabad

And Scanning by Sonakshi Digital Photo Studio, Tarnaka, Secunderabad 500017.

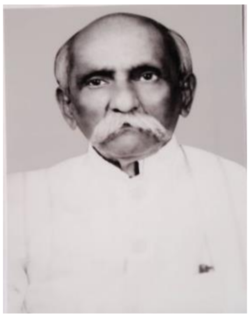
This Publication was Awarded as a Best Original Publication in Telugu Language by the Government of India and an Urdu Language Edition of the Publication was also brought out by the Andhrapradesh Stae Government. Unfortunately the Urdu Edition Copies are not available now!

CONTENTS

Pictures

చిత్రములు

1. సూర్యబింబము - అట్టపై వర్ణచిత్రము
2. సూర్యబింబమందలి శక్తి ఉత్పత్తిని తెలుపు ముఖ చిత్రము
ఉదజని→హీలియము పరిణామ చక్రము
3. ప్రముఖ శాస్త్రవేత్తలు



ఆచార్య శ్రీ విస్సా అప్పారావు గారు
(24 మే1884 – 30 జూన్ 1966)

Prof. Vissa Appa Rao
(24th May 1884 – 30th June 1966)

Foreword by Prof.Suri Bhagavantham, Vice Chancellor, Osmania University

తొలిపలుకు

నవీన విజ్ఞానములో పరమాణుశక్తి ఒక ఉత్కృష్టమైన ఘట్టము. అన్నివిధముల, యిట్టి విపరీతమగు శక్తిని విడుదల చేయుటవలన వైజ్ఞానికులకు రాజకీయములతో ఎక్కువ సంబంధ మేర్పడినది. సంఘ శ్రేయస్సునుగూర్చిన బాధ్యత లధికమైనవి. అందువలన ఈ పరమాణుశక్తికి, వైద్యశాస్త్రములోను, పరిశ్రమలలోను, ఇంకను మానవకోటికి ఉపయోగకరమగు అనేక సందర్భములలోను ప్రవేశమున్నను, అది బాంబుగా పరిణమించి చేసిన విధ్వంసమును, యికముందు ఏర్పడనున్న క్లిష్ట పరిస్థితియు యీనాటి విజ్ఞులను బాధించుచున్నవి. దీనిని గురించిన సూత్రములుగాని, బాంబుయొక్క నిర్మాణపద్ధతిగాని సర్వజన సామాన్యముగా తెలియుట కవకాశములెక్కువలేవు. శాస్త్రజ్ఞానము తగు విస్తరముగా లేకుండుటయేగాక, ప్రజాబాహుళ్యములో ఇంగ్లీషుభాషతో పరిచయము తక్కువగుటగూడ ఒక ఆటంకమై యున్నది. అట్టి పరిస్థితులలో అనుభవశాలులైన శ్రీ విస్సా అప్పారావుగారు చాల శ్రద్ధతో బహువిషయములను సేకరించి సంగ్రహముగా మనభాషలో గ్రంథరూపమున ప్రజల కందించి నందులకు ప్రశంసాపాత్రులును, ఆంధ్రులకృతజ్ఞత కర్హులును అయినారు. ఇట్టి గ్రంథము వ్రాయుటకు వారి శాస్త్రజ్ఞానమువలన, బోధనాశక్తిచేతను, భాషాపాండిత్యము వలనను, శ్రీ విస్సా అప్పారావుగా రెంతయు సమర్థులు. యీ గ్రంథము ఆంధ్ర దేశ మంతటను పలువురు స్త్రీపురుషుల జ్ఞానతృష్ణ తీర్చుట కుపయోగ పడునని ఆశించుచున్నాను.

హైదరాబాదు
23 – 11 – 52

సూరి భగవంతం
(ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయ ఉపాధ్యక్షుడు)

Introduction

ఉపోద్ఘాతము

ప్రపంచముయొక్క నాగరకత, అభ్యుదయము శాస్త్రజ్ఞానముపై యాధారపడియున్నవి. శాస్త్ర పరిశోధనలు రానురాను తీవ్రగతిని సాగుచున్నవి. పరిశోధనా ఫలితములు అతి శీఘ్రకాలములోనే జీవిత సౌకర్యములకై ఉపయోగపడుచున్నవి. జీవితము సర్వాత్మనా శాస్త్రమయమగుచున్నది. అందుచేత శాస్త్రవిషయములను కొంతవరకైన ప్రజలందరు తెలిసికొనుట మిక్కిలి యవసరము. లేనిచో శాస్త్రోపయోగములయొక్క యనుభవము రసవంతముగా యుండదు. మరియు పాశ్చాత్య దేశములలోవలె మనదేశమున శాస్త్ర మభివృద్ధిఎంతో కావలసియున్నది. శాస్త్రజ్ఞానమెంత పెంపొంది, ఎంతవరకు జనసామాన్యమునకు వ్యక్తము చేయబడునో అంత అభ్యుదయమును దేశము పొందగలదు.

మనదేశమందలి జనసామాన్యమునకుగల శాస్త్రజ్ఞానము నేడు బహుతక్కువ. చదువుకున్నవారికికూడ తక్కువనే చెప్పవలసియున్నది. పాశ్చాత్య దేశములలోని ప్రజలకొఱకై సులభశైలిలో శాస్త్రవిషయములు నిపుణులచేత వ్రాయబడుచున్నవి. అట్టి శాస్త్రవిషయకములైన గ్రంథమాలలెన్నో వెలసియున్నవి. ఇట్టిపని మనదేశమందు, ముఖ్యముగా ఈ తరుణమందు, చాలా అవసరము.

శాస్త్ర విషయములన్నిటిలోను పరమాణు శాస్త్రము ముఖ్యమైయున్నది. 1945 ఆగస్టు ప్రారంభములో జపానులోని రెండు రేవుపట్టణములను క్షణకాలములోనే పరమాణుబాంబు రూపుమాపెనని తెలిసినవెంటనే, పరమాణుశాస్త్ర విషయమునుగురించి తెలిసికొనవలెనను ఆత్రత ప్రపంచమందంతట నొక్కసారి కలిగినది. దీనిని గురించి పాశ్చాత్యభాషలలో - ఇంగ్లీషులోను - సులభశైలిని వ్రాయబడిన పుస్తకములు వెలువడినవి. ఈ మహద్విషయమును ఆంధ్రలోకమున కందియ్యవలెనను భావముతో ఈరచన

శక్తి – (Energy)

ఏదైనా ఒకపని చేయవలెనంటే శక్తికావలెను. బలం ఉండవలెను. పనిచేయగల దార్ఢ్యమునే శక్తిఅంటారు. కఱ్ఱలు కొట్టవలెనన్నా, రాళ్లు మొయ్యవలెనన్నా, పరుగెత్తవలెనన్నా, నడవవలెనన్నా బలముండవలెను. ఈ బలము ఆహారము తినుట వలన మనకు కలుగుచున్నది. మనము తినేవి శాకాహారములు, మాంసాహారములున్ను. ఈ ఆహారములే జంతువులకు, పక్షులకు కూడ బలమును, శక్తిని ఇచ్చుచున్నవి.

చెట్లు, మొక్కలు, గడ్డి మొదలగునవి పెరుగవలెనంటే సూర్యకాంతి అవసరము. ఎండతగిలే మొక్కలు, నీడలోని మొక్కలకంటె, కోమలముగా పెరుగుట అందరకు తెలిసిన విషయమే. చెట్లు, చేమలు, మొక్కలు, పైరులు, ఇవన్నీ వాటిలోనున్న – క్లోరొఫిల్ – అను ఆకుపచ్చని పదార్థముద్వారా సూర్యకిరణములనుండి శక్తిని లాగుకొని పెరుగుచున్నవి. ఈశక్తి మూలముననే నేలలోని ఉప్పులను, నీటిని, గాలిలోని బొగ్గుపులుసు వాయువును, తమలోనికి లాగుకుని, ఆహారముగా చేసికొని, చెట్లు, పైరులు, పెరిగి పెద్దవగుచున్నవి. మేకలు, లేళ్లు, మొదలగునవి, ఈమొక్కలను, ఆకులను, కాయలనుతిని పెరుగుచున్నవి. లేళ్లను, మేకలను, తిని కొన్నిజంతువులు పెరుగుచున్నవి. అందుచేత సమస్తజంతుజాలము యొక్క బలమునకు, బ్రతుకునకు, సూర్యకిరణములయొక్క శక్తే ఆధారమని తేలు

చున్నది. సూర్యుడే ప్రకాశింపనిచో చెట్లుండవు; కాల్చుకొనుటకు వంటచెరకుండదు; ఇండ్లుకట్టుకొనుటకు కలపుండదు; జంతువులుండవు; మనుష్యులుండజాలరు. ఒక చలికొనిపోయిన పెద్ద మట్టిముద్దలాగున భూమి, చైతన్యశూన్యమై యుండును. ఆహారము వలన కలిగే శక్తియే కాక, ఇతరశక్తులు మనకు మిక్కిలి తోడ్పడుచున్నవి. వాటిని రసాయనశక్తి, నీటిశక్తి, వాయుశక్తి అని మూడు భాగములుగా భాగించవచ్చును.

రసాయనశక్తి:— కట్టా కట్టా రాపాడినచో నిప్పు పుట్టుచున్నది. అనగా రాపిడిశక్తి అగ్నిశక్తిగా మారుచున్నది. ఈఅగ్ని, కట్టనుకాల్చి, వేడిని, మంటను ఇచ్చుచున్నది. ఈవేడిని, మంటను, ఉపయోగించి అనేకపనులను చేయగలుగుచున్నాము. కట్టకాలుటచే, వచ్చేశక్తికి రసాయనశక్తి అని పేరు. కట్టలో బొగ్గు, ఉదజని మొదలగు పదార్థములున్నవి. కట్ట కాలినప్పుడు ఈ పదార్థములు, గాలిలోనున్న ప్రాణవాయువుతో కలిసి, బొగ్గుపులుసు గాలిగాను, నీటియావిరిగాను, నుసిగాను, పొగగాను మారుచున్నవి. ఒకపదార్థము ఇంకొకదానితో కలసి మూడవ పదార్థముగా మారుటను రసాయనిక మార్పందురు. అట్టిమార్పులో పుట్టేశక్తిని రసాయనశక్తి అందురు. సున్నము, పసపు, నీటితో కలసి పారాణిగా ఎఱ్ఱటి క్రొత్తవస్తువుగా మారుచున్నవి. ఇది ఒక రసాయనికమగు మార్పు. ఈమార్పులో వేడిపుట్టుచున్నది. ఈవేడి రసాయనశక్తి. ఏవస్తువు మండినను రసాయనికమార్పు కలుగును, శక్తి పుట్టును. రాతిసబొగ్గును, పెట్రోలు మొదలగు నూనెలను,

కాల్చుటవలన రసాయనశక్తి మనకు ఎక్కువగా కలుగుచున్నది. రాక్షసబొగ్గును కాల్చి రైలుఇంజనులను, ఇతర ఆవిరియంత్రములను నడుపుచున్నాము. పెట్రోలు మొదలగు నూనెలను కాల్చి మోటారుబండ్లను, విమానములను నడుపుచున్నాము. వీటివలన కలుగు మహత్తరమైన శక్తితో అనేక కార్యములను సాధించి నాగరకతను మానవజాతి పెంపొందించుకొనుచున్నది.

ఈ రాక్షసబొగ్గెలాగున తయారగుచున్నదంటే—పెద్దభూకంపమో, ఏదో వచ్చినప్పుడు భూమియొక్క పైభాగము చీలి మూసుకొనగా కొన్నివేల అడుగుల లోతునకు అనేకములగు చెట్లు, చేమలు పడిపోవును. ఆచెట్లు భూమిలో కొన్నివేల సంవత్సరములుండిపోవుటచేత, పైనున్న భూమియొక్క బరువువలన ఒక్కముద్దగా నొక్కివేయబడి, కొన్నికొన్ని మార్పులనుచెంది, రాక్షసబొగ్గుగా మారిపోవుచున్నది. ఇట్లే కొన్నిచెట్లు, మొక్కలు, జంతువులు కుళ్లి, భూభారముచేత నొక్కబడి, మరియొక విధముగా పరిణామమును పొంది పెట్రోలియముగా మార్పు చెందుచున్నవని శాస్త్రము చెప్పుచున్నది. కనుక రాక్షసబొగ్గు, పెట్రోలియముల వలన పుట్టే రసాయనశక్తి, చెట్లలోనిశక్తియని స్పష్టమైనది. అందుచేత చెట్లకు మూలాధారమైన సూర్యకాంతిలోని శక్తే ఈ రసాయనశక్తిగా మారినదని చెప్పవలసియున్నది.

నీ టి శ క్తి :— జలపాతము లనేకచోట్ల కలవు. మైసూరు స్టేటులోని శివసముద్ర జలపాతము గురించి వినే యుందురు. ఆ జలపాతముయొక్క పతనశక్తితో పెద్దపెద్ద టర్బైనులనే

యంత్రములను త్రిప్పుదురు. ఈ టర్బైనులు డైనమో లనే విద్యుద్యంత్రములను త్రిప్పును. ఈ డైనమోలవలన విద్యుచ్ఛక్తి పుట్టును. ఈ శక్తిని అనేకకార్యములకై యుపయోగించుచున్నాము. దామోదర్ లోయ ప్రాజక్టు, మచికందు ప్రాజక్టు, రామపాదసాగర ప్రాజక్టు, మొదలైనవన్నియు జలపాతములద్వారా విద్యుచ్ఛక్తిని పుట్టించుటకు ఏర్పాటైనవే. నదులలోని నీటిప్రవాహమున కడ్డముగా గోడను—డేమును—కట్టి, ఒకపెద్ద సరస్సును కల్పించి, అక్కడనుంచి కొన్నిపందల అడుగులక్రిందకి పెద్దధారగా నీటిని వదలి, అలా కల్పింపబడిన జలపాతముయొక్క శక్తితో విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తిచేయుదురు. సూర్యరశ్మిచేత భూమిపైనున్న నీరు ఆవిరిగామారి, పైకెగసి, మేఘముగాకూడి, నేలపై వర్షించుచున్నది. ఆ వర్షము కొండలమీద, ఎత్తైన ప్రదేశములమీద పడి, నదులుగా పారుచున్నది ; జలపాతములుగా అగుచున్నది. ఈ పారుదలవలన కలిగే పతనశక్తి సూర్యుని శక్తివలననే కలుగుచున్న దని వేరే చెప్పవలెనా ?

వాయుశక్తి:— బాగా గాలి వీచునప్పుడు, తెరచాపల నెత్తి, గాలివాటముగా పడవలను నడుపుదుము. సముద్రముమీద ఓడలిట్లే పూర్వము ప్రయాణముచేసినవి. నేడును సకృతుగా చేయుచున్నవి. మరియు, 30—40 అడుగులఎత్తున, వెడల్పు ఆకులుగల ఒక పెద్దచక్రమును (Wind - mill) అమర్చి, వీచే గాలివలన దానిని త్రిప్పి, ఆ తిరుగుటచేత కలిగేశక్తితో, నూతిలోని నీటిని పైకెత్తుట, మొదలగు కార్యములను చేయుచున్నాము. అట్టి నిర్మా

ణములను మీరు చూచేయుందురు. ఈకార్యములు గాలియొక్క చలనశక్తివలన సాగుచున్నవి. గాలి కీ చలనశక్తి ఎట్లు వచ్చిన దంటే-సూర్యకిరణముల వలన నేల వేడెక్కును. నేలనంటియున్న గాలిలో ఈవేడి ప్రకాశించును. గాలి పల్చబడును. పల్చబడినగాలి తేలికగా ఉండుటచేత పైకిపోవును. పైనున్నగాలి చల్లగాను, బరువుగాను ఉండుటచేత క్రిందకు దిగును. ఈచల్లటిగాలి నేలకు తగులుటచేత వేడెక్కి, పల్చనై, పైకిపోవును. ఇట్లు గాలిలో చలనముపుట్టి ప్రవాహ మేర్పడును. ఈ ప్రవాహమును కన్వెక్షను కరెంట్సు (convection currents) అందురు. వీటి చేతనే, వర్షర్తుపవనములు, సముద్రపుగాలి, పైరుగాలి, వడగాడ్పులు కలుగుచున్నవి. వీటివలననే గాలికి చలనశక్తి కలుగుచున్నది. అందుచేత ఈ వాయుశక్తికి మూలకారణము సూర్యుడే అని తెలుచున్నది.

సర్వజీవరాశికి ఆహారమువలన కలిగేశక్తి, నాగరికులైన మానవులందరు తమతమ కార్యములకై ఉపయోగించుకునే రసాయనశక్తి, నీటిశక్తి, వాయుశక్తి మొదలగు శక్తులు అన్నియు సూర్యునివలననే కలుగుచున్నవి. ప్రపంచరక్షణకై మానవాభ్యుదయమునకై సూర్యుడు తనశక్తి నెట్లొసంగుచున్నాడో చూచితిరా. ఇట్టి మహోపకారియగు శక్తి సూర్యమండలమునుండి ఎట్లుద్భవమగుచున్నదో తెలసికొనవలసిన విషయము గదా. ఈశక్తే పరమాణు శక్తియని ముందుముందు తెలియగలదు. ప్రపంచము యొక్క క్షేమలాభములకై ఈపరమాణుశక్తి ఎట్లు ఏర్పాటు చేయ

బడినదో ఎంత శాంతివంతమైనదో ఎంతటి ప్రాణప్రదానకరమైనదో చూచితిరా. ఇందుచేతనే శాస్త్రవేత్తలు ప్రయోగశాలలలో పరిశోధనలను సలిపి, పరమాణుశక్తిని ప్రపంచక్షేమమునకై ఉపయోగించే మార్గములను నిరంతర మన్వేషించుచున్నారు.

శక్తియొక్క రూపాంతరములు :— కండరశక్తి, స్థానశక్తి, చలనశక్తి, యంత్రశక్తి, శబ్దశక్తి, వైర్‌లెస్, రేడియో, వేడి, వెలుతురు, విద్యుత్తు, అయస్కాంతశక్తి, ఎక్సుకిరణములు, గామాకిరణములు, విశ్వకిరణములు (కాస్మిక్‌రేస్) ఇవన్నియు శక్తియొక్క వివిధరూపములు.

మనకు ఆహారపుష్టివలన కండబలము కలుగుచున్నది. దానివలన చేతులను, కాళ్లను ఉపయోగించి అనేకమగు పనులను చేయుచున్నాము. నేలమీదనుంచి ఎత్తైనచోటునకు ఒకరాతిని తీసికొని వెళ్లుటకు, కండరశక్తి నుపయోగించుచున్నాము. ఈ స్థానభేదముచేత రాతికి ఎక్కువశక్తి సంక్రమించుచున్నది. కాని సాధారణముగా అది తెలియదు, కనపడదు. ప్రమాదముచేత రాయి క్రిందకు పడుచుండగా ఏదైనా అడ్డమువచ్చినచో దానికి దెబ్బ తగులును. క్రిందపడినప్పుడు శబ్దమగును. నేల చిందరవందరగును. చాలఎత్తునుండి పడినచో నేల కొద్దిగా వేడెక్కును. దీనినిబట్టి ఎత్తుననున్నప్పుడు గుప్తముగా రాతిలోఉన్నశక్తి, క్రిందకుపడుట చేత, చలనశక్తి, శబ్దశక్తి, వేడి, పదార్థములను ముక్కలు చేయగలశక్తి మొదలగు శక్తులక్రింద మారుచున్నట్లు స్పష్టమగుచున్నది. పైనున్న రాతియందుగల శక్తినే స్థానశక్తి యందురు. అదిపడుచున్న స్థితిలో స్థానశక్తి చలనశక్తిక్రింద మారుసు.

విషయభేదములేదు. ఈ తేజస్సును 'రేడియేషన్' (radiation) అని అందురు. ఈ తేజస్తరంగముల పొడుగు మైళ్ళ కొలది యున్నప్పుడు వాటిని వైర్‌లెస్‌అని, గజముల పొడుగున్నచో రేడియోయని, అంగుళము, అంగుళములోనిభాగములు పొడవు గలిగినచో వేడియని, అంగుళములో 10,000 ల వంతు పొడుగున్నచో వెలుతురని, వెలుతురు తరంగములకంటె 10,000 రెట్లు పొట్టిగాఉన్నచో ఎక్సు కిరణములని, గామాకిరణములని, ఎక్సు కిరణములకంటె 1,000 రెట్లు పొట్టిగా ఉన్నచో విశ్వకిరణము లని చెప్పుదుము. తేజఃకిరణములు విద్యుచ్ఛక్తితోను, అయస్కాంత శక్తి (లోహచుంబక శక్తి) తోను మిశ్రితములై యుండును. అందుచేత తేజస్తరంగముల నన్నింటిని విద్యుచ్చుంబక (electro - magnetic) తరంగము లనికూడ వ్యవహరింతురు.

శక్తి ఇన్ని రూపములను తాల్చుచున్నదే, ఈ రూపభేదములను పొందుటలో శక్తియొక్క మొత్తములో - పరిమాణములో-ఏమైన మార్పుఉండునా యను సందేహము కలుగవచ్చును. రూప భేదములను పొందునప్పుడు, శక్తియొక్క మొత్తములో ఎట్టిమార్పు లేదని, అనేక పరిశోధనలమూలమున శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించియున్నారు. ఒకపరిమాణముగలశక్తి ఇతరములగుశక్తుల క్రింద మారినప్పుడు, ఆశక్తులపరిమాణములను కొలిచి, మొత్తము చేసినచో ఏమీ తేడా ఉండదు. శక్తిని సృష్టించుటకాని, నశింపజేయుటగాని, మన చేతకానిపని. ఈ విశ్వమందున్న అనేకవిధము

చురుకుగా గాని, నెమ్మదిగా గాని చేయవచ్చును. ఏలాగున చేసినను వ్యయమయేశక్తి ఒకటే కాని, వ్యయపరుచుటకు పట్టిన కాలములో భేదముండును. అందుచేత శక్తివిడుదల అయేరేటులో భేదముండును. చురుకుగా పనిచేసినచో శక్తివిడుదలరేటు ఎక్కువగా ఉండును. ఆ పనినే నెమ్మదిగా చేసినచో శక్తివిడుదలరేటు తక్కువగా ఉండును. ఈ శక్తి విడుదలరేటును పవర్ - Power - అందురు. మనిషికంటె ఎద్దునకు, ఎద్దుకంటె గుఱ్ఱమునకు, పవర్ హెచ్చు. గుఱ్ఱముయొక్క శక్తివిడుదల రేటును హార్సు - పవరు అందురు. పవరుకొలుచుటకై దీనిని ప్రమాణముగా తీసుకున్నారు. అందుచేత పవరును హార్సుపవరులో లెక్కింతుము. ఒక గుఱ్ఱము ఒక సెకను కాలములో 550 పౌనులను పైకి ఒక అడుగు ఎత్తగలదు. అనగా ఒక నిమిషములో 550 పౌనులను 60 అడుగు లెత్తగలదన్నమాట. అందుచేత

ఒక హార్సుపవరు = 550 ఫుట్ - పౌను - సెకను.

= 550 × 60 = 33,000 ఫుట్ పౌను నిమిషము.

యంత్రములయొక్క, ఇంజనులయొక్క పవరును, హార్సు పవరులో కొలిచెదరు.

ఉ ష్ణ శ క్తి :– వేడి యొక్క ఉగ్రతను, తీవ్రతను - సెంటిగ్రేడుడిగ్రీలలోగాని, ఫేరన్‌హైటుడిగ్రీలలోగాని కొలిచెదరు. మనదేహముయొక్క ఉష్ణోగ్రత 98.4 ఫేరన్‌హైటు డిగ్రీలు (98.4°F).

పట్టీ I

మూలపదార్థము పేరు.			గుర్తు.
తెలుగు	ఇంగ్లీషు	లేటిన్	
ప్రాణవాయువు	Oxygen		O
ఉదజని	Hydrogen		H
నత్రజని	Nitrogen		N
బొగ్గు	Carbon		C
గంధకము	Sulphur		S
రాగి	Copper	Cuprum	Cu
వెండి	Silver	Argentum	Ag
బంగారము	Gold	Aurum	Au
పాదరసము	Mercury	Hydrargyrum	Hg
ఇనుము	Iron	Ferrum	Fe
సీసము	Lead	Plumbum	Pb

పరమాణువుల కూడికచే ఏర్పడే అణువుల గుర్తుల కుదాహరణములు కొన్ని ఇచ్చుచున్నాను. ప్రాణవాయువుయొక్క రెండు పరమాణువులు కలసి ఒక ప్రాణవాయువుయొక్క అణువుగా ఏర్పడును. $O+O=O_2$→ఇది ప్రాణవాయువు అణువునకుగుర్తు. ఇట్లే ఉదజనిఅణువునకు గుర్తు- H_2; నత్రజని అణువునకు గుర్తు - N_2.

ఒక ప్రాణవాయు పరమాణువు (O) ఒక ఉదజని అణువుతో (H_2) కలసి ఒక నీటిఅణువు (H_2O) గా మారిపోవుచున్నది. దీనిని, రసాయనికమార్పు అందురు. $H_2+O=H_2O$ అని ఈమార్పును వ్రాయుదురు. దీనిని రసాయనిక సమీకరణము (chemical equation) అందురు.

ఒక బొగ్గు పరమాణువు, రెండు (డై, ద్వి) ప్రాణ వాయువు పరమాణువులతో కూడి కార్బనుడై ఆక్సైడు గాలి అణువుగా మారును. $C+O_2=CO_2$. ఈగాలికి బొగ్గుపులుసు గాలి అని కూడ పేరు.

$CuSO_4$, అనునది మైలుతుత్తము (Copper sulphate) అణువునకు గుర్తు. ఇందు ఒక రాగిపరమాణువు, ఒక గంధక పరమాణువు, నాల్గు ప్రాణవాయు పరమాణువులు చేరియున్నవి. $FeSO_4$, అన్నభేది (Ferrous sulphate) అణువుకు గుర్తు. వివిధపరమాణువుల సంయోగముచేత ఏర్పడిన నీరు, బొగ్గు పులుసుగాలి, మైలుతుత్తము మొదలగువాటిని సంయోగ పదార్థ ములు (Compounds) అందురు.

ఒక మూలపదార్థము ఇంకొక మూలపదార్థముతో ఎట్లు రసాయనికముగా కూడునో, ఆకూడికవలన ఏర్పడే క్రొత్త పదార్థములేవో, రెండు సంయోగపదార్థములు రసాయనికముగా కలసి ఏ ఇతరపదార్థములుగా మారుచున్నవో తెలిసికొనుటకు పరి శోధనలు జరిగినవి. రసాయనికమార్పులు, కొన్ని కట్టుబాట్లను, సూత్రములను, అనుసరించి జరుగుచున్నవని సిద్ధాంతమైనది. ఈ సిద్ధాంతములను బట్టి మూలపదార్థములయొక్క తారతమ్య భారములను (Relative masses) కనుగొనడమైనది.

ప్రాణవాయువు పరమాణువుయొక్క బరువు 16 అని నిర్ణయించినచో ఉదజని పరమాణువుయొక్క బరువు 1.008 అని, అనగా సుమారు పదహారోవంతని, లెక్క తేలినది.

ఇట్లే ఇతర పరమాణువుల బరువులు లెక్కింపబడినవి. ఈ తారతమ్యభారమునకు పరమాణుభారము (Atomic weight) అని పేరు. దీనిని పరమాణుద్రవ్యము (Atomic mass) అని కూడ అందురు. 92 మూలపదార్థముల తారతమ్యభారములు ఈ క్రింది పట్టీలో ఇవ్వబడినవి (పట్టీ- II). అన్నింటికంటె తక్కువ బరువు కలది ఉదజని, దానితరువాత హీలియము, లిథియము. ఇట్లు క్రమముగా వీటి పరమాణు భారసంఖ్య పెరుగును. 92వ, మూలపదార్థమగు యురేనియముయొక్క పరమాణు భారమన్నిటికంటె ఎక్కువ. ఈపట్టీ చివరను బ్రాకట్లమధ్య వ్రాయబడిన 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, సంఖ్యలు గల ఎనిమిది మూలపదార్థములు ఈమధ్య కనిపెట్టబడినవి. ఈ పట్టిక లోని చివరకాలములో - (ఐసోటోపుల) - సమస్థానీయముల, భారములు ఇవ్వబడినవి. వీటిని గురించి ముందు వివరముగా తెలిసికొనవచ్చును.

పరమాణువుల యొక్క తారతమ్య భారములనే కాక, వాటి నిజమైన బరువులను కూడ కనిపెట్టడమైనది. ఉదజని పరమాణువు బరువు, 1.663×10^{-24} * గ్రాము (gm). ఇది

---

* $\frac{1}{10}$ ని, 10^{-1} అని, $\frac{1}{1000}$ ని 10^{-3} అని, ఒకటిలో ఒక కోటోవంతుని $\frac{1}{10^7}$ అని, 10^{-7} అని, వ్రాయుదుము. ఇట్లే ఒకటిలో, కోటికోటి కోటోవంతు $\frac{1}{10^7 \times 10^7 \times 10^7} = \frac{1}{10^{21}}$, దీనిలో వెయ్యోవంతు $\frac{1}{10^{24}}$, దీనిని 10^{-24} అని వ్రాయుదుము.

1.663 గ్రాములో వేయికోటి కోటి కోట్లభాగము. ప్రాణవాయు పరమాణువు ఉదజని పరమాణువు కంటె $\frac{16.000}{1.008}$ రెట్లు బరువు. కనుక ప్రాణవాయు పరమాణువు యొక్క నిజమైన బరువు $\frac{1.663 \times 16}{1.008} \times 10^{-24} = 26.397 \times 10^{-24}$ గ్రాము. ఇట్లే ఇతర పరమాణువుల నిజమైన బరువులను లెక్కించుకోవచ్చును. ఈ నిజమైన బరువులు స్వల్పాతిస్వల్పము లైనందున, వ్యవహారములో వీటి నుపయోగించుట సుకరముగా ఉండదు. అందుచేత తారతమ్య భారముల నుపయోగించుచున్నాము.

పట్టీ – II.

మూలపదార్థ సంఖ్య Atomic Number Z	తారతమ్య భారము Atomic Weight A	గుర్తు Symbol	మూలపదార్థము పేరు	సమస్థానీయముల బరువులు Masses of Isotopes
1	1.008	H	హైడ్రోజను (ఉదజని)	1, 2, 3
2	4.00	He	హీలియము	3, 4, 6
3	6.94	Li	లితియము	6, 7, 8
4	9.0	Be	బెరిలియము	7, 9, 10
5	10.82	B	బోరాను	10, 11, 12
6	12.0	C	కార్బను (బొగ్గు)	10, 11, 12, 13, 14
7	14.01	N	నైట్రోజను (నత్రజని)	13, 14, 15, 16
8	16.00	O	ఆక్సిజను (ప్రాణవాయువు)	15, 16, 17, 18, 19
9	19.00	F	ఫ్లోరీను	17, 18, 19, 20
10	20.18	Ne	నియాను	19, 20, 21, 22, 23
11	23.00	Na	సోడియము	22, 23, 24
12	24.32	Mg	మెగ్నీషియము	23, 24, 25, 26, 27
13	26.97	Al	ఎల్యూమినియము	26, 27, 28, 29
14	28.06	Si	సిలికాను	27, 28, 29, 30, 31
15	31.00	P	ఫాస్ఫరసు (భాస్వరము)	29, 30, 31, 32
16	32.06	S	సల్ఫరు (గంధకము)	31, 32, 33, 34, 35, 36
17	35.48	Cl	క్లోరీను	33, 34, 35, 36, 37, 38
18	39.94	A	ఆర్గాను	35, 36, 37, 38, 40, 41
19	39.10	K	పొటాసియము	38, 39, 40, 41, 42
20	40.08	Ca	కాల్సియము	40, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49
21	45.00	Sc	స్కేండియము	41, 43, 44, 45, 46, 48, 49
22	47.90	Ti	టైటేనియము	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
23	50.95	V	వేండియము	48, 50, 51, 52
24	52.01	Cr	క్రోమియము	49, 50, 51, 52, 53, 54
25	54.93	Mn	మాంగనీసు	51, 52, 54, 55, 56
26	55.84	Fe	ఐరను (ఇనుము)	53, 54, 55, 56, 57, 58, 59
27	58.94	Co	కోబాల్టు (మణిశిల)	56, 57, 58, 59, 60
28	58.69	Ni	నికిలు	57, 58, 60, 61, 62, 63, 64
29	63.57	Cu	కాపరు (రాగి)	62, 63, 64, 65, 66
30	65.38	Zn	జింకు (తుత్తనాగము)	63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70
31	69.72	Ga	గాలియము	65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72
32	72.60	Ge	జర్మేనియము	70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77
33	74.93	As	ఆర్సెనికు (ఉల్లిపాషాణము)	74, 75, 76, 78
34	78.96	Se	సెలినియము	74, 75, 76, 77, 78, 80, 82, 83
35	79.92	Br	బ్రోమీను	78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

మూలపదార్థ సంఖ్య Atomic Number Z	తారతమ్య భారము Atomic Weight A	గుర్తు Symbol	మూలపదార్థము పేరు	సమస్థానీయముల బరువులు Masses of Isotopes
36	83.70	Kr	క్రిప్టాను	78, 80, 82, 83, **84**, 85, 86, 88, 89
37	85.44	Rb	రుబిడియము	**85**, 86, 87, 88, 89
38	87.63	Sr	స్ట్రాంషియము	84, 85, 86, 87, **88**, 89
39	88.92	Y	యిట్రియము	87, 88, **89**, 90
40	91.22	Zr	జిర్కోనియము	89, **90**, 91, 92, 94, 96
41	93.30	Nb	నయోబియము	92, **93**, 94
42	96.00	Mo	మాలిబ్డినము	92, 94, 95, 96, 97, **98**, 100
43	98 (?)	Tc (Ms)	(మసూరియము) టెక్నీషియము	(?) 97 98 99 First element made artificially
44	101.70	Ru	రుథీనియము	96, 98, 99, 100, 101, **102**, 103, 104
45	102.91	Rh	రోడియము	101, **103**, 104, 105
46	106.70	Pd	పల్లాడియము	102, 104, 105, **106**, **108**, 110, 111, 112
47	107.88	Ag	సిల్వరు (వెండి)	106, **107**, 108, **109**, 110, 111, 112
48	112.41	Cd	కేడ్మియము	106, 108, 110, 111, 112, 113, **114**, 115, 116, 117
49	114.80	In	ఇండియము	113, 114, **115**, 116, 117
50	118.70	Sn	టిన్ను (తగరము)	112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, **120**, 122, 124
51	121.76	Sb	ఏంటిమొని	120, **121**, 122, 123, 124, 127, 129
52	127.59	Te	టెల్లూరియము	120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, **128**, 129, **130**, 131, 135
53	126.92	I	అయొడీను	124, 126, **127**, 128, 130, 131, 133, 135
54	131.30	Xe	గ్జెనాను	124, 126, 128, **129**, 130, 131, 132, 134, 136
55	132.81	Cs	సీజియము	**133**, 134, 136, 139, 141
56	137.36	Ba	బేరియము	130, **132**, 134, 135, 136, 137, **138**
57	138.92	La	లాంథానము	**139**, 140, 141
58	140.13	Ce	సీరియము	136, 138, **140**, 141, 142
59	140.92	Pr	ప్రాసియోడిమియము	140, **141**, 142
60	144.27	Nd	నియోడినియము	141, **142**, 143, 144, 145, 146, 148, 150
61	146 (?)	Il Pm	(ఇల్లినియము) ప్రొమిథియమ్	(?) 145 148 149 After Prometheus who stole Fire from gods & gave it to men; discovered after 1945 when at. energy was discovered.
62	150.43	Sm	సమేరియము	144, 147, 148, 149, 150, **152**, 154
63	152.00	Eu	యురోపియము	**151**, **153**
64	157.3	Gd	గెడోలినియము	152, 154, 155, **156**, 157, 158, 160
65	159.2	Tb	టర్బియము	**159**, 160
66	162.46	Dy	డిస్ప్రోసియము	158, 161, 162, 163, **164**, 165,
67	165.0	Ho	హోల్మియము	**165**,
68	167.64	Er	ఎర్బియము	162, 164, **166**, 167, 168, 170
69	169.40	Tm	థూలియము	**169**
70	173.5	Yb	యిటర్బియము	168, 170, 171, 172, 173, **174**, 176
71	175.00	Lu	ల్యుటీసియము	**175**, 176

Lanthanides Rare Earths (57–71)

మూలపదార్థ సంఖ్య Atomic Number Z	తారతమ్య భారము Atomic Weight A	గుర్తు Symbol	మూలపదార్థము పేరు	సమస్థానీయముల బరువులు Masses of Isotopes
72	178.60	Hf	హేఫ్నియము	174, 176, 177, 178, 179, **180**, 181
73	181.40	Ta	టంటాలము	180, **181**, 182
74	184.00	W	టంగ్స్టను	180, 182, 183, **184**, 186
75	186 31	Re	రీనియము	185, **187**
76	190.80	Os	ఆస్మియము	184, 186, 187, 188, 189, 190, **192**
77	193.10	Ir	ఇరిడియము	191, **193**
78	195.23	Pt	ప్లాటినము	192, 194, **195**, 196, 198, 199
79	197.20	Au	గోల్డు (బంగారము)	**197**, 198, 199
80	200.61	Hg	మెర్క్యురీ (పాదరసము)	196, 197, 198, 199, **200**, 201, **202**, 204, 205
81	204.39	Tl	థేలియము	203, **205**, 207, 208, 209, 210
82	207.22	Pb	లెడ్డు (సీసము)	204, 206, 207, **208**, 209
83	209 00	Bi	బిస్మతు	207, **209**, 210, 211, 212, 213, 214
84	210 00	Po	పొలోనియము	**210**, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218
Astatine → 85	(?)	At (Ab)	(అలబేమియము) ఎస్టటైను	211 214, 217. astatos = unstable, no stable isotope
86	222.00	Rn	రేడాను	219, 220, 221, 222
87	223 (?)	Vi	(వర్జీనియము) ఫ్రాన్సియము	(223) 218, 219, 220 221

88	225.97	Ra	రేడియము	223, 224, 225, 226, 228
89	228.00	Ac	ఏక్టినియము	227, 228
90	232.12	Th	థోరియము	227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234
91	231 (?)	Pa	(ప్రొ)టాక్టినియము	231, 233, 234
92	238.14	U	యురేనియము	233, 234, 235, 237, **238**, 239
93	~~(239 (?)~~ 237	Np	నెప్ట్యూనియము	237, 238, 239)
94	(239	Pu	ప్లూటోనియము	238, 239)
95	(241	Am ...	ఎమిరిసియము	241..)
96	(242	Cm	క్యూరియము	~~244~~ 242, 244)
97	(243	Bk ...	~~బెర్లిల్లియము~~ బెర్కిలియము	243 249)
98	(244	Cf ...	కేలిఫోర్నియము	244 250)
99	(247	E ...	ఐన్స్టీనియము Einsteinium	247 ~~254~~ 254 "
100	(254	Fm ...	ఫెర్మియము Fermium	~~254~~ 255
101	(256	Mv	మెండలీవియము Mandeleivium	256
102	?		నొబెలియము Nobelium	?
103	?			?
104 (72 + 32 Hf				
105 (73 + "				
106 (74 + "				
107 (75 + "				
108 (76 + "				

89–103: similar ch. properties to Lanthanides — Actinides

Ref:
(1) "The Synthetic Elements" Sc. American Apr 1950 p 97
(2) The Newest Synthetic Elements Sc. American Dec 1956 p 101

తీరవలెను. అప్పుడు పరమాణువుకు విద్యుదావేశ మేమియును ఉండదు. దీనినిబట్టి ప్రతిపరమాణువులో Z ఎలక్ట్రానులు, Z ప్రోటానులు ఉన్నవని తేలినది. పరమాణునిర్మాణమునకీ రెండు సూక్ష్మాణువులు చాలునా, లేక న్యూట్రానులేమైనా అవసరమా, ఐతే ఎన్ని. వీటన్నిటితోను పరమాణువెట్లు నిర్మాణము చేయబడినది అనువిషయమును కొంత విచారింతము.

హైడ్రజను పరమాణువులో ఒకఎలక్ట్రాను, ఒకప్రోటాను కలవు. ఈరెండింటి బరువు హైడ్రజను పరమాణువుయొక్క బరువుకు సమానము గనుక న్యూట్రానులుండ నవసరములేదు. అందుచేత హైడ్రజను పరమాణు నిర్మాణమందు న్యూట్రానుకు తావు లేదు. హీలియము పరమాణువు బరువు (**A**) 4. సంఖ్య (Z) 2. అందుచేత 2 ఎలక్ట్రానులు, 2 ప్రోటానులు ఉండును. స్థూలముగా లెక్క కట్టునపుడు ఎలక్ట్రానులకు బరువు లేనట్టుభావించవచ్చును. ఎలక్ట్రానుకంటె ప్రోటాను 1840 రెట్లుబరువు కనుక ఒకప్రోటాను ఒకఎలక్ట్రానుచేరిన బరువు స్థూలముగా ఒకప్రోటాను బరువుతో సమానమని లెక్కించవచ్చును. అందుచేత హీలియములోని రెండుఎలక్ట్రానుల, రెండుప్రోటానుల బరువు రెండు అని చెప్పవచ్చును. కాని హీలియము బరువు నాలుగు-4(A), అందలి ప్రోటాను ఎలక్ట్రానులబరువు రెండు-2 (Z) కనుక మిగిలిన బరువు 4 − 2 = 2 (A − Z) పూర్తిఅగుటకు రెండు-2-న్యూట్రానులుకూడ చేరియుండవలెను. హీలియములో 2(Z) ఎలక్ట్రానులు 2(Z) ప్రోటానులు, 2 (A−Z) న్యూట్రానులు ఉన్నవన్నమాట. ప్రాణవాయు

నిర్మాణములో 8 (Z) ప్రోటానులు, 8 (Z) ఎలక్ట్రానులుఉండును. వాటి మొత్తపు భారము 8. ప్రాణవాయు పరమాణువు బరువు 16 (A), అందుచేత 16–8 (A–Z) న్యూట్రానులుకూడ చేరి యుండవలెను. పై రెండింటినిబట్టి ప్రతి పరమాణువునందు ఎన్నెన్ని ఎలక్ట్రానులు, ప్రోటానులు, న్యూట్రానులుండవలెనో సులభముగా తెలిసికొనవచ్చును. పరమాణుసంఖ్య Z గనుక పరమాణుబరువు A గనుక అందు Z ప్రోటానులు, (A–Z) న్యూట్రానులు, Z ఎలక్ట్రానులు ఉండును. ఈ సూత్రమునుబట్టి ఏ పరమాణువులోనైన ఎన్నెన్ని సూక్ష్మాణువులున్నవో తెలసికొనవచ్చును. మచ్చునకు,

బొగ్గులో 6 ప్రోటానులు, 6 న్యూట్రానులు, 6 ఎలక్ట్రానులుకలవు.
రాగిలో 29 ,, (63–29) 34 ,, 29 ,, ,,
యురేనియములో 92 ,, 238–92) 146 ,, 92 ,, ,,

పరమాణువులోని సూక్ష్మాణువులన్నీ ఒక కుప్పవలె ప్రోగుపడి ఉండునా లేక ఏదైనా విలక్షణమైనరీతిని వేర్వేరు కట్టడములుగా (Structures) ఏర్పరుపబడియుండునా యనువిషయము తెలసికొనదగినది. వీటినిగురించిన పరిశోధనలు అనేకములు జరిగినవి. వాటి ఫలితముగా, ప్రోటానులు న్యూట్రానులు దగ్గరగాచేరి పరమాణువుయొక్క నాభిస్థానమందు ఒక కేంద్రకము (nucleus) గా ఏర్పాటైయున్నవని, ఆకేంద్రకమునకు దూరముగా, సూర్యుని చుట్టూ తిరుగు గ్రహములవలె, చక్రాకారములగు వలయములలోను, కోడిగ్రుడ్డాకారముగల దీర్ఘవృత్తములలోను, ఎలక్ట్రానులు

తిరుగుచున్నవని నిర్ణయింపబడినది. ప్రోటాను, న్యూట్రానులకంటె ఎలక్ట్రానులు 1840 రెట్లు తక్కువబరువుకలవి గాన కేంద్రకమందు ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు అన్నియు, చేరియుండుటచేత, పరమాణువు బరువంతయు కేంద్రకమందే ఇమిడియున్నదనవచ్చును.

పరమాణువు లాక్రమించుస్థలము చాలాతక్కువ. ఉదజని పరమాణువుయొక్క అడ్డకొలత, వ్యాసము (diameter), సుమారు సెంటిమీటరులో పదికోట్లభాగము, 10^{-8} సెంటిమీటరు (Cm.); వ్యాసార్థము (radius) 0.53×10^{-8} సెంటిమీటరు. ఈవలయములో, కేంద్రకముచుట్టూ ఒక ఎలక్ట్రాను తిరుగుచుండును. కేంద్రకముయొక్కవ్యాసార్ధము 10^{-13} సెంటిమీటరు. కేంద్రకముయొక్క అడ్డకొలత పరమాణువుయొక్క అడ్డకొలతకంటె 50,000 రెట్లు చిన్నది. ఇంత సూక్ష్మాతిసూక్ష్మములగు కేంద్రక స్థానములలో పరమాణువులయొక్క బరువంతయు దట్టింపబడి యున్నది. పరమాణుపదార్థ మాక్రమించుకొన్న స్థలముకంటె ఖాళీస్థలము పరమాణువులో చాల ఎక్కువగాఉన్నదని తెలుచున్నది,

ఏకస్థానీయములు — సమస్థానీయములు — (Isotopes) :— కేంద్రకములోని ప్రోటాను, న్యూట్రానులసంఖ్యల గురించి సూక్ష్మముగా పరిశీలించవలసియున్నది. క్లోరీను పరమాణుసంఖ్య 17, బరువు 35.48. అందుచేత క్లోరీనులో 17 ప్రోటానులు, (35.48 - 17) 18.48 న్యూట్రానులు, 17 ఎలక్ట్రానులు ఉండును. కేంద్రకములో 17 ప్రోటానులు, 18.48 న్యూట్రానులు ఉండును. న్యూట్రానులు, ప్రోటానులు, ఎలక్ట్రానులు పూర్ణములుగా

ఉండునుగాని ముక్కలుగాఉండవు. 18 గాని 19 గాని న్యూట్రానులుండవలెను గాని 18.48 న్యూట్రానులుండజాలవు. కాని పైన లెక్కించిన ప్రకారము 18.48 న్యూట్రానులుండవలెను. ఇందువలన శాస్త్రములో ఒక పెద్దసమస్య బైలుదేరినది. ఈ సందేహ నివృత్తికొరకు పరిశోధనలు జరుపబడినవి, సమాధాన మేర్పడినది. ఏలాగంటే—

సుమారు 50 ఏండ్లకుపూర్వము సర్ జేమ్సు థాంమ్సన్ (Sir James Thomson) అను ప్రముఖశాస్త్రజ్ఞుడు, పరమాణువులలోని ఎలక్ట్రానులను, విద్యుచ్ఛక్తిసహాయముతో, విడదీసినాడు. పరమాణువునుండి, ఋణవిద్యుదావేశముగల ఎలక్ట్రానులు పోగా మిగిలిన పరమాణువు ధనవిద్యుదావేశము కలిగియుండును. ఇట్టి ధనవిద్యుదావేశముగల పరమాణువులతో థాంమ్సను ప్రొఫెసర్ ఏస్టను (Prof. Aston) పరిశోధనలను సలిపిరి. క్లోరీను గాలిలో 35, 37, బరువులుగల వేరువేరు పరమాణువులు రెండు కలవని కనిపెట్టిరి. 37 బరువుగల క్లోరీను పరమాణువులు నూటికి 24 పాళ్లు 35 బరువుగల పరమాణువులు నూటికి 76 పాళ్లు ఉండుటచేత దామాషాయీని పరమాణుభారము 35.48 అని లెక్కతేలినది. * 35, 37 బరువులుగల క్లోరీను పరమాణువులకు రసాయనికముగా ఏభేదమును లేదు. రసాయనిక పద్ధతులతో వీటిని విడదీయ వీలులేదు. మూలపదార్థముల పట్టీలో ఈరెండున్ను

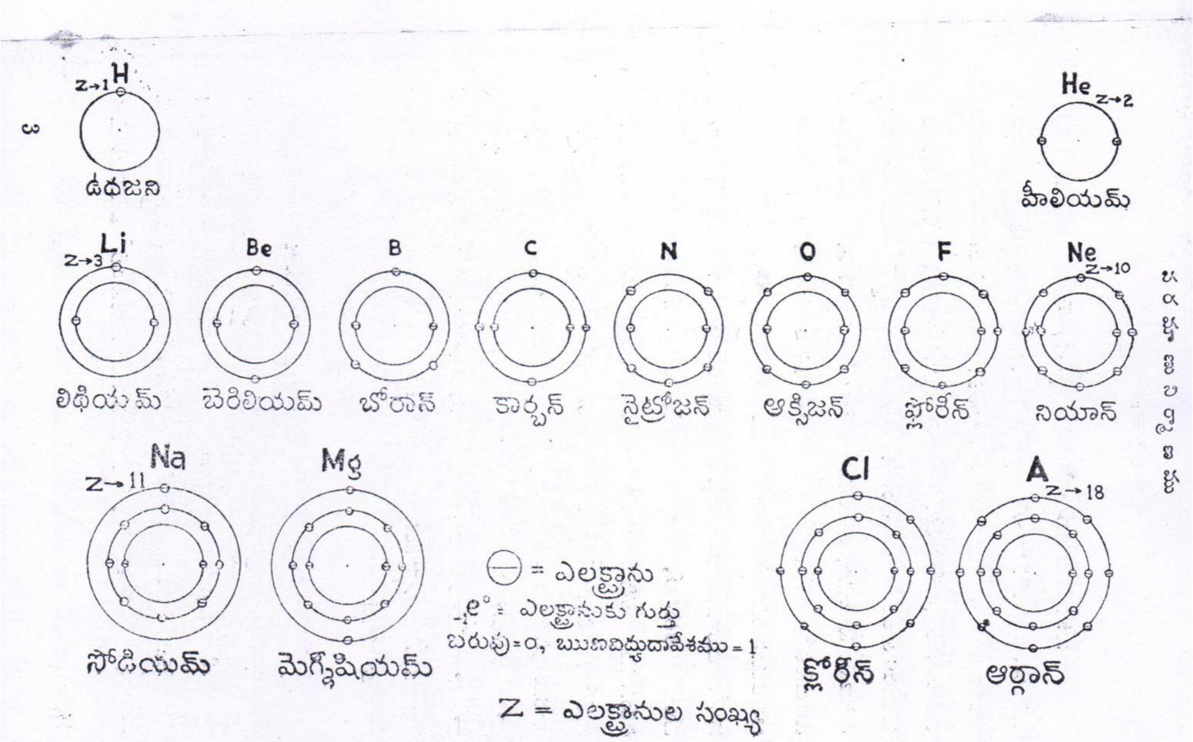
* $\frac{24 \times 37 + 76 \times 35}{100} = 35.48$; ఇంతకంటె సూక్ష్మముగా పరిశోధించగా 33, 34, 36, 38 భారములుగల పరమాణువులుకూడ అతి స్వల్పభాగములుగా 35, 37 భారములుగల పరమాణువులతో కలసి యున్నవని కనిపెట్టిరి.

17 వ స్థానములోనే ఉన్నవి. ఈస్థానము రసాయనికగుణమును పట్టి నిర్ణయింపబడినదగుటచేత ఈరెంటికి ఒకటేస్థానము ఏర్పడినది. అందుచేత వీటికి ఏకస్థానీయములు, సమస్థానీయములు అని పేరుపెట్టవచ్చును. వీటిని ఐసోటోప్సు (Isotopes అందురు. ఏస్టను మొదలగువారు సున్నితమైన పరిశోధనలను చేసి పరమాణువు లన్నింటియందుగల సమస్థానీయములను నిరూపించినారు. ఇవన్నియును మూలపదార్థముల పట్టీలో ఇవ్వబడినవి. ఈసమస్థానీయములలో కొన్ని పరమాణుభారములో ఎక్కువభాగము కలవిగాఉండును. అట్టివానిభారములు బొద్దుగలఅంకెలతో నియ్యబడినవి. క్లోరీనులో 35 బరువుగల పరమాణువు లెక్కువగా ఉండుటచేత పట్టీలో **35** అని వ్రాయబడినది. ఈ ఏకస్థానీయముల బరువులన్నియును పూర్ణాంకములలోనే ఉండును. భిన్నాంకము లుండవు. ఈ ఏకస్థానీయములగు పరమాణువులయొక్క నిర్మాణ మెట్టిదో ఇప్పుడు సులభముగా గ్రహించవచ్చును. క్లోరీనులోని ఏకస్థానీయములను, క్లోరీను 35, క్లోరీను 37, అని వ్రాయుదుము.

క్లోరీను 35లో 17 ప్రోటాన్లు (35-17) 18 న్యూట్రాన్లు, 17 ఎలక్ట్రాన్లు కలవు

" 37 " 17 " (37-17) 20 " 17 " కలవు

దీనినిబట్టి ఏకస్థానీయము లన్నింటిలో ప్రోటానులు, ఎలక్ట్రానులు సమానసంఖ్య కలవైయుండునని, ఏకస్థానీయముల బరువులలో గలతేడా వాటి న్యూట్రానుల సంఖ్యలో నుండునని, స్పష్టమైనది. ఇట్లే అన్ని ఏకస్థానీయములలో కల ఎలక్ట్రాను, ప్రోటాను, న్యూట్రానుసంఖ్యలను తెలిసికొనవచ్చును.


H
Z→1
ఉదజని
He
Z→2
హీలియమ్
Li
Z→3
Be
B
C
N
O
F
Ne
Z→10
లిథియమ్
బెరిలియమ్
బోరాన్
కార్బన్
నైట్రోజన్
ఆక్సిజన్
ఫ్లోరిన్
నియాన్
Na
Z→11
Mg
Cl
A
Z→18
= ఎలక్ట్రాను
e° = ఎలక్ట్రానుకు గుర్తు
బరువు = 0, ఋణవిద్యుదావేశము = 1
సోడియమ్
మెగ్నిషియమ్
క్లోరిన్
ఆర్గాన్
Z = ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య

పటము. 1.

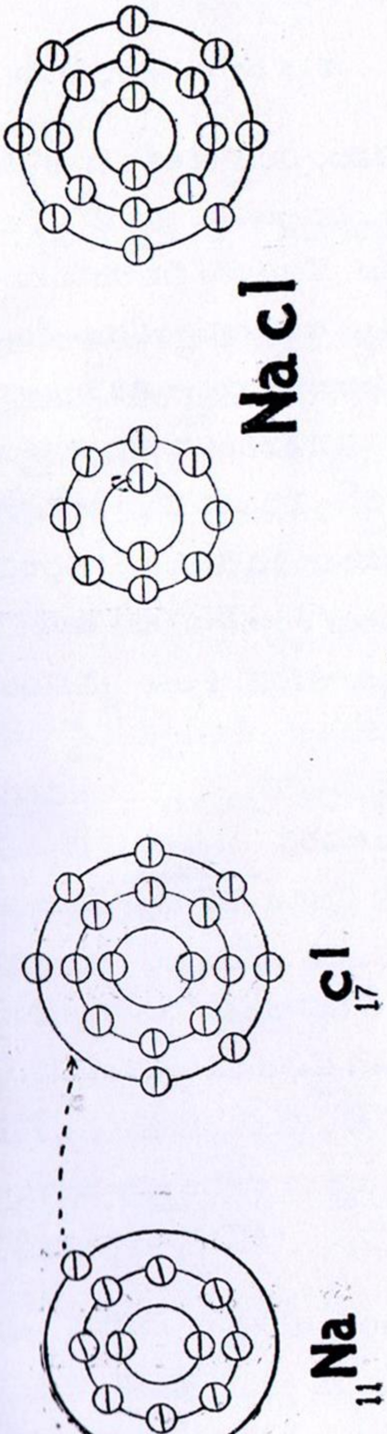
ఒకటవ పటములో ఉదజని (H) మొదలు ఆర్గాను (A) వరకుగల పరమాణువుల నిర్మాణము సూచింపబడినది. వలయముల సౌభిభాగమున ఒక నల్లనిచుక్కగా, కేంద్రకము చూపబడినది. కేంద్రకముచుట్టూ తిరుగు ఎలక్ట్రానులసంఖ్య పెరిగినకొలది వలయములలో అవి ఎట్లు పంచిపెట్టబడుచున్నవో చూపబడినది. ఉదజని, హీలియము పరమాణువులలో ఒక్కవలయమే ఉండును. ఉదజనిలో ఒక ఎలక్ట్రాను, హీలియములో రెండు ఎలక్ట్రానులు ఆవలయములో తిరుగుచుండును. ఎలక్ట్రానులసంఖ్య రెండు దాటగానే, మూడు, నాలుగు మొదలగు ఎలక్ట్రానులు మొదటి వలయములో తిరుగక, దానికంటె పెద్దదగు రెండవ వలయములో తిరుగును. లిథియములో ఒకటి, బెరిలియములో రెండు, బోరానులో మూడు, బొగ్గులో నాలుగు, నత్రజనిలో ఐదు, ప్రాణవాయువులో ఆరు, ఫ్లోరీనులో ఏడు, నియానులో ఎనిమిది ఎలక్ట్రానులు రెండవవలయములో తిరుగును. ఎలక్ట్రానులసంఖ్య పది దాటగానే మూడవవలయ మేర్పడును. ఆవలయములో సోడియము మొదలుకొని ఆర్గానువరకు, క్రమముగా 1, 2........7, 8 ఎలక్ట్రానులు సంచరించును.

హీలియము, నియాను, ఆర్గాను, పరమాణువుల నిర్మాణ చిత్రములందలి పైవలయములలోని ఎలక్ట్రానులసంఖ్య వరుసగా 2, 8, 8. మరియు, నియానులోని మొదటివలయము హీలియము వలయము వంటిదే. దానిలో రెండింటికంటె ఎలక్ట్రాను లుండజాలవు. నియానుయొక్క రెండవ వలయములో ఎనిమిది ఎల

క్ట్రానులు కలవు. ఆర్గానులోని మొదటి రెండు వలయములు నియానుయొక్క రెండు వలయములవంటివే. దీని రెండవ వలయములో ఎనిమిదికంటె ఎక్కువ ఎలక్ట్రానులకు తావు లేదు. ఆర్గానులోని మూడవ వలయములోకూడ ఎనిమిది ఎలక్ట్రానులున్నవి; అంతకంటె ఎక్కువ ఎలక్ట్రాను లందుండజాలవు. అనగా హీలియము, నియాను, ఆర్గానుల పైవలయములలో ఇంకొక ఎలక్ట్రాను ప్రవేశించుటకు తావు లేదు. పరమాణువులు, ఒకదానితో ఒకటి రసాయనికముగా సమ్మేళమగునపుడు, పరమాణువులయొక్క పైవలయములలోనున్న ఎలక్ట్రానులు ఒకదానినుండి ఒకదానికి మారునని, అలా మారకపోయినచో రసాయన సమ్మేళము జరుగదని, శాస్త్రము చెప్పుచున్నది.

హీలియము, నియాను, ఆర్గాను పరమాణువులు ఇతర పదార్థములతో రసాయనికముగా సమ్మేళన కావు. అందుచేతనే వీటిపైవలయముల యందలి ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య మారుటకు వీలు లేదు. ఈమూడింటిని రసాయనికముగ జడములని చెప్పుచున్నాము.

ఫ్లోరీను, క్లోరీను పరమాణువుల పైవలయములలో ఏడు ఎలక్ట్రాను లున్నవి. ఎనిమిది పూర్తి అగుటకు ఒకఖాళీ ఉన్నది. మరియు లిథియము, సోడియముల పైవలయములలో ఒకఎలక్ట్రాను మాత్రమే ఉన్నది. ఏకారణముచేతనైన ఆఒకటి తొలగిపోయినచో మిగిలిన వలయములలో పూర్తిగా ఉండకలిగినన్ని ఎలక్ట్రానులుండును. ఫ్లోరీను, క్లోరీనులు, లిథియము, సోడియములతో రసాయనిక సమ్మేళనయందు అతిచురుకుగా పాల్గొనును. ఈసమ్మే



పటము. 2.

శనలో లిథియము, సోడియముల పైవలయములోనున్న ఒక్క ఎలక్ట్రాను, ఫ్లోరీను, క్లోరీనుల పైవలయములలోనున్న ఒక్క ఖాలీలో ప్రవేశించును. సోడియము, క్లోరీనుతో, రసాయనికముగా కలసి మనము నిత్యమువాడుకునే ఉప్పుక్రింద మారుచున్నది. ఈరసాయనిక మార్పు నిట్లు సూచించెదరు. $Na + cl = Na\,cl$ — ఉప్పు Na cl అణువు. పరమాణువుల పైవలయములలోని ఎలక్ట్రానుల మార్పు వలన ఈసమ్మేళన ఎట్లు జరుగునో 2 వ పటములో సూచింపబడినది.

ఇట్లే రసాయనిక సమ్మేళనముల నన్నింటిని, సూచించవచ్చును. రసాయనిక శక్తియంతయు, పరమాణువులయొక్క పైవలయములలోని ఎలక్ట్రానుల మార్పువలననే కలుగుచున్నది. ఎంతటి తీవ్రమైన రసాయనసమ్మేళనమైనను, దానినుండి ఎంత శక్తి వెలువడినను, అన్నిటికంటె పైనున్న వలయములోని ఎలక్ట్రానులకు తప్ప, క్రింది వలయములలోని ఎలక్ట్రానుల కెంత మాత్రము సంబంధముండదు.

మరియు, సోడియము, పొటాసియము, క్రోమియము, స్ట్రాన్షియము మొదలగు పరమాణువులుగల పదార్థములను మండించినచో రంగురంగుల వెలుతురు పుట్టును. ఇట్లే ఉదజని, నత్రజని, ప్రాణవాయువు, హీలియము మొదలగు గాలులను పల్చనచేసి అనగా వాటి ఒత్తిడిని (Pressure) బాగా తగ్గించి-విద్యుత్తును ప్రవేశపెట్టినచో ఈగాలులు రంగురంగుల కాంతులను వెదజల్లును.

పరమాణువులను చుట్టియున్న అన్ని వలయములలోని ఎలక్ట్రానుల యొక్క సంచలనముచేత ఈకాంతులు పుట్టుచున్నవని నిశ్చయమైనది. ఇట్లే ఎక్సుకిరణములు, విద్యుద్దీపములు, రేడియో, వైర్‌లెస్ మొదలైన తేజఃప్రసారము లన్నింటికిని, పరమాణువుల చుట్టియున్న ఎలక్ట్రానులే కారణము. మరియు, ఎలక్ట్రానుల ప్రవాహమే విద్యుత్ప్రవాహము (Electric Current). సెకనుకు 6×10^{18} ఎలక్ట్రానుల ప్రవాహమునకు ఒక ఏంపియర్ అనిపేరు. మొదటి ప్రకరణములో చెప్పిన పెక్కుశక్తులు ఈ ఎలక్ట్రానుల కారణముచేతనే కలుగుచున్నవని ఇందువల్ల నిశ్చయమైనది.

పరమాణువుయొక్క నాభియందు కేంద్రకముండునని, అది ధనవిద్యుదావేశము కలదని, అందు పరమాణువుయొక్క బరువంతయు కేంద్రీకరింపబడియున్నదని, ఈ బరువు, కేంద్రకము చుట్టు తిరుగుచున్న ఎలక్ట్రానుల బరువుకంటె అనేకవేల రెట్లని, ఇది వరకే చెప్పబడినది. గురుత్వాకర్షణచేత లాగబడి, సూర్యునిచుట్టూ గ్రహములు తిరుగుచుండును. అట్లే ఋణవిద్యుదావేశముగల ఎలక్ట్రానులు ధనవిద్యుదావేశముగల కేంద్రకముచేత ఆకర్షింపబడి, దానిచుట్టూ తిరుగుచుండును. గిరగిర తిరుగు ఎలక్ట్రానులయొక్క స్థాన/ చలనములలో కలుగుమార్పులవలన రసాయనశక్తి, వేడి, వెలుతురు, ఎక్సుకిరణములు మొదలగు శక్తులు, పుట్టుచున్నవి. కాని ఎలక్ట్రానులయొక్క చలనము కేంద్రకమున కంటదు. అందుచేత పరమాణువుయొక్క మూలతత్వము, స్వభావము, ఎలక్ట్రానుల యొక్క చలనమువలన మారవు. శక్తిలోనైతేనేమి, బరువులో

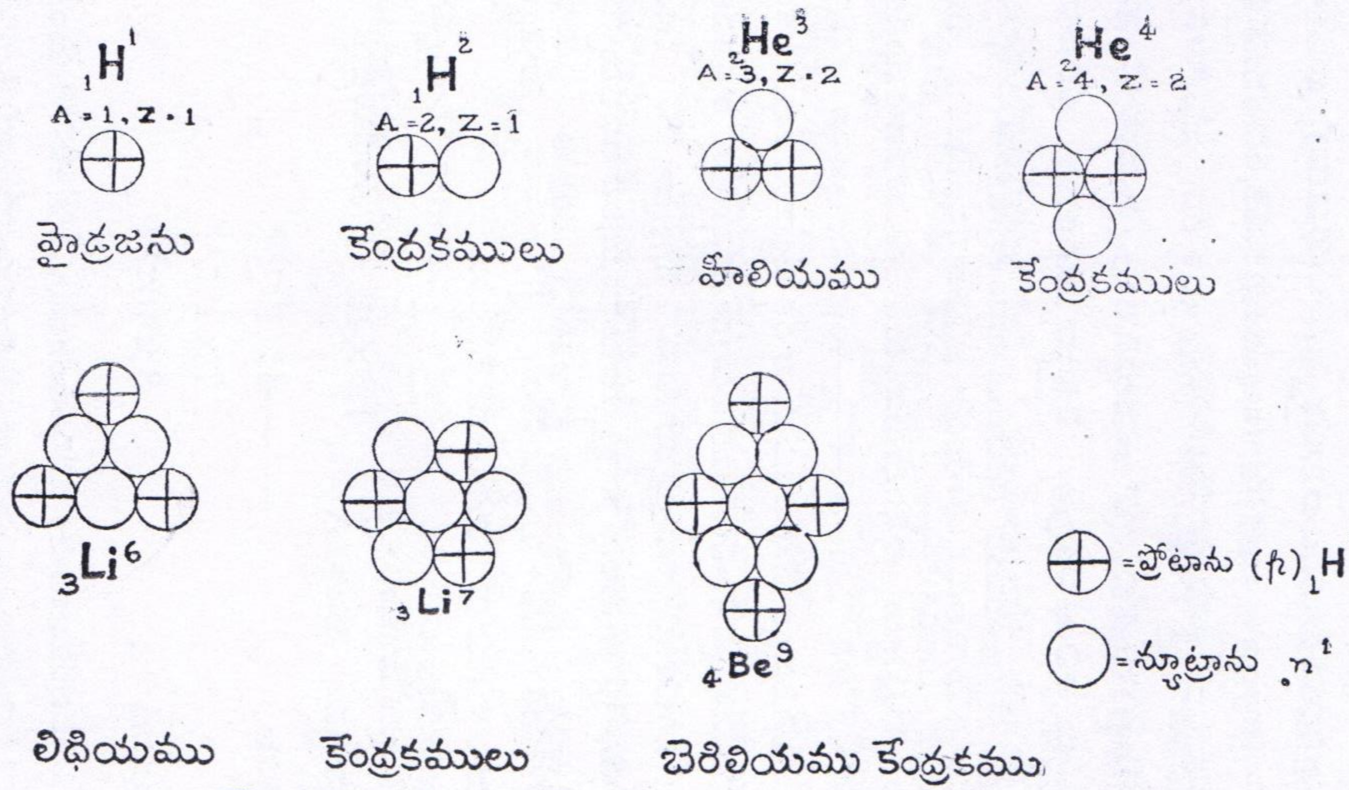
నై తేనేమి కేంద్రకము, ఎలక్ట్రానులకంటె అనేకరెట్లు ఎక్కువైనది. కేంద్రకముయొక్క నిర్మాణము, అందలి ప్రోటాను, న్యూట్రానుల పరస్పరసంబంధము, మొదలగు విషయములు చాలా ముఖ్యములు. పరమాణువుయొక్క ఆయువుపట్టంతయు కేంద్రకములోనే ఇమిడియున్నది. పరమాణువు చుట్టూ తిరిగే ఎలక్ట్రానులను మాత్రము కదలించినప్పుడే, పైనవివరించిన వివిధశక్తులు పుడితే, కేంద్రకమును కదలించినచో, భేదించినచో, ఎట్టిమహత్తర శక్తులు పుట్టగలవో, కేంద్రకముల కదలించుట, భేదించుట ఎట్లో, వాటి వలన ఎట్టిమార్పులు, శక్తులు కలుగునో తెలసికొనవలసి యున్నది.

III

కేంద్రకము – (Nucleus)

ప్రతి మూలపదార్థమునకు కొన్ని ఏకస్థానీయము లున్నవి. కేంద్రకముల చుట్టియున్న ఎలక్ట్రానుల నిర్మాణము, అన్ని ఏక స్థానీయములకును సమానమే. కాని, ఏకస్థానీయముల కేంద్రక నిర్మాణము ఒకదాని కొకరీతినుండును. కొన్ని ఏకస్థానీయముల యొక్క కేంద్రకనిర్మాణము 3 వ పటములో సూచింపబడినది. పరమాణుభారము 1 గల, ఉదజని కేంద్రకమునకు $_1H^1$ అనిగుర్తు. ఎడమవైపున క్రిందనున్న అంకె పరమాణుసంఖ్యను (Z) తెలుపును. కుడివైపున, పైనున్నఅంకె భారమును (A) తెలుపును. హైడ్రజను కేంద్రకమందు ఒక్కప్రోటానుమాత్రమే ఉండును. ప్రోటానుకుకూడ, $_1H^1$ గుర్తు. పరమాణుభారము 2 గల, ఉదజని ఏకస్థానీయమును బరువైన ఉదజని (heavy hydrogen) యందురు. మామూలుగా లభ్యమయే ఉదజనిలో - అనగా రసాయన పద్ధతిని ప్రయోగశాలలో తయారుచేసే ఉదజనిలో 10,000 భాగములలో 2 భాగములుమాత్రమే బరువైనఉదజని ఉండును. ఈ బరువైన ఉదజని కేంద్రకమునకు గుర్తు $_1H^2$, (Z=1, A=2) ఇట్లే తక్కినకేంద్రకము లన్నింటికిని గుర్తులను వ్రాయవచ్చును. క్లోరీను సమస్థానీయములకు $_{17}Cl^{35}$, $_{17}Cl^{37}$ అని గుర్తులు.

కేంద్రకము ధనవిద్యుదావేశము కలది. దాని ఆవేశము యొక్క ప్రమాణమునుతెలుపు సంఖ్య Z. న్యూట్రానుకు విద్యుదావేశము శూన్యము గనుక దానిగుర్తు $_0n^1$ (Z=0, A=1).



కేంద్రకమందు, Z ప్రోటానులు, A-Z న్యూట్రానులు, ఉండును.

పటము. 3.

ఎలక్ట్రానుయొక్క బరువు చాలా తక్కువగుటచేత దానిని శూన్యముగా భావించవచ్చును. దానిగుర్తు $_{-1}e^0$ (Z = −1, A = 0). ఆవేశము (charge) ఋణము (negative) కనుక ఎడమవైపు క్రిందిసంఖ్య −1 అని వ్రాయబడినది.

కేంద్రకములోని ప్రోటానులకు, న్యూట్రానులకు గల భేదము నిట్లు భావించవచ్చును. విద్యుదావేశముంటే ప్రోటానులని, లేకుంటే న్యూట్రానులని. వీటి బరువులలో స్వల్పభేదముమాత్రమే కలదు. ఈరెండూ ఒకేపదార్థముయొక్క వికారములని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు. ఈ ఏకపదార్థమునకు న్యూక్లియాను అని పేరు. దీనితోనే కేంద్రకనిర్మాణము జరుగుచున్నది. ధనవిద్యుదావేశము ఒకటి, తారతమ్యభారము ఒకటి గల న్యూక్లియానుకు ప్రోటానని పేరు. విద్యుదావేశము లేక, తారతమ్యభారము ఒకటికల, న్యూక్లియానుకు న్యూట్రా నని పేరు. న్యూట్రాను, ప్రోటానులను న్యూక్లియానుకణములని అనవచ్చును.

కేంద్రకమందు న్యూట్రానులు, ప్రోటానులు సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమగు స్థలములో కుదింపబడియున్నవి.

ఉదజనికేంద్రకముయొక్క వ్యాసార్థము సుమారు		1.2×10^{-13}	సెంటిమీటరు
ప్రాణవాయు	,,	3×10^{-13}	,,
సీసము	,,	7×10^{-13}	,,
యురేనియము	,,	8×10^{-13}	,,

వివిధపరమాణు కేంద్రకములయందు, 1×10^{-13} నుండి 8×10^{-13} సెంటిమీటరువరకు వ్యాసార్థముగలచోటులో, 1 నుండి

238 వరకు న్యూక్లియానుకణములు కూర్చబడియున్నవి. ఈకణముల మధ్య ఆకర్షణశక్తులు, వికర్షణశక్తులు ఉండును. ధనవిద్యుదావేశముకల రెండుప్రోటానుల మధ్య వికర్షణశక్తియుండును, అనగా ఒకదానినొకటి దూరమునకు ద్రోసివేయు శక్తియుండును. ద్రవ్యాకర్షణశక్తి (gravitational force) చేత అన్నివస్తువులను భూమి ఆకర్షించుచున్నది. ఈశక్తికారణముచేతనే ప్రతిద్రవ్యభాగము ఇంకొకద్రవ్యభాగము నాకర్షించుచుండును. ప్రోటాను న్యూట్రానులు న్యూక్లియానుద్రవ్యముయొక్క భాగములగుటచేత ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకొనును. ప్రోటాను, న్యూట్రానునే కాక, ప్రోటానునుకూడ ద్రవ్యాకర్షణశక్తివలన ఆకర్షించును. ఇట్లే న్యూట్రాను, ప్రోటానును, న్యూట్రానునుకూడ ఆకర్షించును.

విద్యుదావేశముచేతకలుగు వికర్షణశక్తి, ద్రవ్యాకర్షణవలన కలుగు ఆకర్షణశక్తికూడ ఒకేసూత్రము ననుసరించిఉండునని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. * రెండుకణముల మధ్యగల దూరము

---

* ఈసూత్రమునకు విలోమవర్గ సూత్రము (inverse square law) అని పేరు. పదార్థముల మధ్యగలదూరము రెట్టిం పైనప్పుడు, రెండునకు వర్గముచేసి ($2^2=4$) దానిని - అనగా 4 ను, విలోమము అనగా $\frac{1}{4}$ గా, చేసినచో అది రెండు పదార్థముల మధ్యగల శక్తియొక్క మార్పును చెప్పును. అనగా శక్తి $\frac{1}{4}$ గా మారును - నాలుగు రెట్లు తగ్గిపోవును.

ఇట్లే పదార్థముల మధ్యదూరము మూడురెట్లయితే రెండింటి మధ్యశక్తి $\frac{1}{3^2}=\frac{1}{9}$ భాగమునకు తగ్గిపోవును. దూరము n రెట్లు అయితే (n= ఒకసంఖ్య) శక్తి $\frac{1}{n^2}$ రెట్లు అగును. అందుచేత దూరము సగమైతే ($n=\frac{1}{2}$) శక్తి $\frac{1}{n^2}=\frac{1}{(1/2)^2}=4$ రెట్లగును. ,, ,, మూడోవంతైతే($n=\frac{1}{3}$) శక్తి ,, $=\frac{1}{(1/3)^2}=9$,,

సగమైతే శక్తి నాల్గురెట్లగునని, రెట్టింపుదూరమైతే శక్తి నాల్గవ వంతునకు తగ్గిపోవునని ఈసూత్రము చెప్పును. కాని, పెద్దపెద్ద ద్రవ్యభాగములతో - అనగా కొన్నివందలగ్రాముల బరువుగలవస్తువులతో - పరిశోధనలుచేసి ఈసూత్రమును శాస్త్రవేత్తలు గ్రహించినారు. అట్టి సూత్రమును, గ్రాములో కోటి కోటి కోటోభాగము కంటె తక్కువబరువుగల కణములకుకూడ వర్తింపజేయవచ్చునా, అని ఒకసందేహము బైలుదేరినది. ఈసందేహవిషయమును గణితశాస్త్రజ్ఞులు, భౌతికశాస్త్రజులు బాగా తరిచి తరిచి శోధించినారు. స్థూలపదార్థములయొక్క గతులకు, ఆకర్షణ వికర్షణలకు, తదితరమైన చలనములకు సంబంధించిన గతిశాస్త్రమున్నూ (dynamics), ద్రవ్యకణములగు పరమాణువులకు, ప్రోటానులకు, న్యూట్రానులకు సంబంధించిన గతిశాస్త్రమున్నూ (quantum dynamics) ఒకటికాదని నిర్ధారణయైనది. విలోమవర్గసూత్రము ద్రవ్యకణముల మధ్య వర్తించదని, దూరము సగమైతే శక్తి నాల్గురెట్లకంటె ఎక్కువగాను, దూరము మూడోవంతైతే శక్తి తొమ్మిదిరెట్లకంటె, మరీ ఎక్కువగాను పెరుగునని, కణముల గతిశాస్త్రము చెప్పుచున్నది. కేంద్రకము వ్యాపించియున్న సూక్ష్మతమమగు స్థలములోమాత్రమే ఆకర్షణశక్తులయందీ వైపరీత్య ముండునుగాని కేంద్రకము దాటిన తరువాత ఉండదు. మరియు, కేంద్రకముయొక్క చివరభాగమునకంటె మధ్యభాగమున ఆకర్షణశక్తి తీవ్రముగా ఉండును. ఈశక్తుల తారతమ్యమునుబట్టి కేంద్రకమును కొన్నిభాగములుగా విభజింప

వచ్చును. ఒక్కొక్క భాగము ఒక్కొక్క ప్రాకారములో నుండునని తలచవచ్చును. కేంద్రకముయొక్క నాభిస్థానమును చేరుట కీప్రాకారము లన్నిటిని దాటవలెను. మొదటి ప్రాకారము నతిక్రమించుటకు కావలసిన శక్తికంటె రెండవ ప్రాకారము నతిక్రమించుట కెక్కువ శక్తి కావలెను. ఇట్లే కేంద్రకముయొక్క నాభిస్థానము చేరువరకు, ప్రాకారములను దాటుటకు కావలసిన శక్తి, క్రమముగా పెరుగును. ఇట్టి ప్రాకారములు (Quantum barriers) పరమాణు కేంద్రకములలో ఎన్నెన్ని ఉండును, వాటి శక్తి ప్రమాణములు (Quantum energies) ఎంతెంత, అను విషయములు సూక్ష్మగణితము (Higher Mathematics) చేత సాధ్యములు. వాటి నిచ్చట సూచించుటకు వీలుకాదు. కాని, పరమాణు కేంద్రకముయొక్క స్వభావము, అందలి శక్తులయొక్క ప్రమాణములు కొంతవరకు తెలిసికొనుటకుగాను ప్రొఫెసర్ నీల్ బోర్ ఒకమార్గమునుచూపించి నాడు. ఈయన భౌతికశాస్త్ర సంబంధమైన గణితశాస్త్రములో చాలా గొప్పవాడు. ఈయన మార్గమునసుసరించి, పరమాణు గర్భములో దాగియున్న శక్తులను, ఇతర ముఖ్యవిషయములను తెలిసికొనవచ్చును.

2. ద్రవబిందువాదము

(Liquid-drop theory)

పరమాణు కేంద్రకములు న్యూక్లియాసుతో నిండి యుండును. న్యూక్లియాసును ద్రవపదార్థముతో పోల్చవచ్చునని, అట్టి ద్రవపదార్థముయొక్క బిందువులతో, కేంద్రకము నిర్మింపబడినదని ద్రవబిందువాదము చెప్పును. ఈ వాదము ఎంతవరకు సరియైనదని మొదట నిర్ధారణ చేయవలసియున్నది. న్యూక్లియాను ద్రవపదార్థమైతే, ద్రవపదార్థమున కుండవలసిన ముఖ్యగుణములు దాని కుండవలెను గదా. అట్టిగుణము లున్నవని బోర్ పండితుడు నిరూపించినాడు. ఉదాహరణకు రెండుగుణముల గురించి కొంత తెలిసికుందాము.

(i) సాంద్రత:— న్యూక్లియాను ఒకేద్రవపదార్థమైతే అన్ని కేంద్రకములయందు దాని సాంద్రత (Density) ఒకటిగా ఉండవలెను. ఒకఘన సెంటిమీటరు (Cubic Centimetre - c. c) లో గల ద్రవ్యరాశిని సాంద్రత అందురు. నీరు, పాదరసము మొదలైనవి ద్రవపదార్థములు. నీటియొక్క సాంద్రత 1 - అనగా, ఒక ఘన సెంటిమీటరులోని నీటియొక్క ద్రవ్యరాశి ఒక గ్రాము. పాదరసముయొక్క సాంద్రత 13.5 – అనగా, ఒకఘన సెంటిమీటరులోని పాదరసద్రవ్యము 13.5 గ్రాములు. ఒకవస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశిని గ్రాములలోకొలిచి, వస్తువాక్రమించిన ఘనమును (Volume) ఘన సెంటిమీటర్లలో కొలిచి, ద్రవ్యరాశిని ఘనముచే భాగించినచో సాంద్రత వచ్చును. ప్రాణ

వాయువు, సీసము పరమాణువులను ఉదాహరణములుగా తీసికొందము.

ద్రవ్యరాశి		కేంద్రము యొక్క ఘనము *	సాంద్రత :— గ్రాము – ఘన సెంటి మీటర్లు
	గ్రాము	ఘన సెంటిమీటరు	
ప్రాణ వాయువు పరమాణువు	26.4×10^{-24}	1.13×10^{-37}	$\frac{26.4 \times 10^{-24}}{1.13 \times 10^{-37}} = 2.4 \times 10^{14}$
సీసపు పరమాణువు	3.42×10^{-22}	1.44×10^{-36}	$\frac{3.42 \times 10^{-22}}{1.44 \times 10^{-36}} = 2.4 \times 10^{14}$

ఇట్లే హైడ్రజను, యురేనియము, పరమాణువుల కేంద్రకములలోని న్యూక్లియాను సాంద్రతను లెక్కించినచో రమారమి 2.4×10^{14} గ్రాము – ఘనసెంటి మీటరుకు, సరిపోవుచున్నది. కేంద్రకముల వ్యాసార్థములను కొలుచుట అంతసులభసాధ్యమైనది కాకుండుటచేత వాటి ప్రమాణములను దాదాపుగా మాత్రమే చెప్ప

---

* ఒక గోళముయొక్క వ్యాసార్థము r, దానిఘనము v ఐతే $v = \frac{4}{3} \pi r^3$ $(\pi = \frac{22}{7})$

ప్రాణవాయు పరమాణువునకు $r = 3 \times 10^{-13}$ సెంటిమీటరు;

$v = \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times 3^3 \times 10^{-39} = 1{\cdot}13 \times 10^{-37}$ ఘ. సెం.

ఇట్లే సీసపు పరమాణువు ఘనము $= \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times 7^3 \times 10^{-39} = 1{\cdot}44 \times 10^{-3}$ ఘ. సెం.

గలము. అందుచేత పరమాణుకేంద్రకముల సాంద్రతలు దాదాపు గానే లెక్కకట్ట వీలగుచున్నది. ఐనప్పటికి కేంద్రకములయందలి న్యూక్లియాను ద్రవముయొక్క సాంద్రత రమారమీగా సమానము గానే ఉన్నట్లు నిర్ధారణయైనది. అందుచేత కేంద్రకములయన్నింటి యందున్నట్టి న్యూక్లియాను ఒకేపదార్థమని నిశ్చయించవచ్చును.

2.4×10^{14} గ్రాము — ఘనసెంటి మీటరు సాంద్రత, నీటి సాంద్రతకంటె సుమారు రెండున్నర కోటికోట్ల రెట్లు. ఇట్టి సాంద్రతభూమిమీదనున్న ఏవస్తువునకు లేదు. * ఇది అత్యాశ్చర్య కరమగు విషయము. ఈన్యూక్లియాను ద్రవమును సేకరించి ఒక ఘనసెంటిమీటరులో చేర్చినట్టయితే దానిబరువు ఇరవైనాల్గుకోట్ల టన్నులుండును! (పదిలక్షల గ్రాములు=ఒకటన్ను).

(ii) సర్ఫేస్ టెన్షను:— దుమ్ముతో కప్పబడిన నేల మీద నీళ్లు చల్లినప్పుడు చిన్నచిన్న బిందువులుగా రబ్బరుబంతుల వలె నీళ్లు కొంతదూరమువరకు దొర్లును. చమురు సంపర్కము గల ప్రదేశముమీదకూడ నీళ్లు బిందువులుగానే ఏర్పడును. తామరాకుమీద నీరు, ముత్యమువలె గుండ్రముగా ఉండును.

---

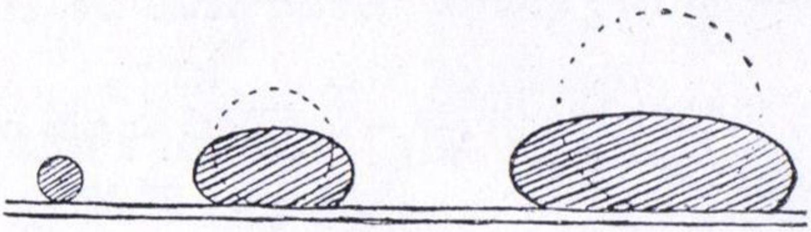
* ఆకాశమందలి కొన్నినక్షత్రముల ఘనపరిమాణము బాగా పెద్దదిగాను, కొన్నిటికి చాలా చిన్నదిగాను ఉండును. అందు సకృతుగా కొన్ని నక్షత్రముల ఘనపరిమాణము మరీచిన్నదిగా ఉండును. వీటిని మరగుజ్జు నక్షత్రములందురు. **(dwarf stars)** వీటి సాంద్రత 50, 000 మొదలుకొని 3, 00, 000 గ్రాము - ఘనసెంటి మీటర్లవరకు ఉండును. ఈ సాంద్రతలకంటెకూడ కేంద్రకములయొక్క సాంద్రత నూరుకోట్లకు పైగా పెద్దది!

వర్షముకురియునప్పుడు చినుకులు చినుకులుగానే నీరు పడును. నీటికుళాయిని బాగా మూయనప్పుడు చుక్కలుచుక్కలుగా నీరు కారును. బల్లమీద పాదరసము పడినచో చిన్నచిన్న గుండ్లవలె పరుగెత్తును. కాకియీకతో పాదరసపు బిందువును కొద్దిగా నొక్కినచో నొక్కుడుపడును. నొక్కుట మానగానే బిందువు తిరిగి గుండ్రముగా అగును. ఒకే ఘనపరిమాణముగల నీరు అనేక ఆకారములు తీసికొనవచ్చును, గుండుమొదలైనవి. ఘనపరిమాణ మొక్కటేయైనను ఈ యాకారముల పైభాగముల (Surfaces) యొక్క వైశాల్యము వేరువేరుగా ఉండును. అన్నింటికంటె గుండ్రటి ఆకారముయొక్క పైభాగపు వైశాల్యము (Area) తక్కువగా ఉండును. ఇన్ని ఆకారములలో విశిష్టమగు గుండ్రటి ఆకారమునే పైనపేర్కొన్న ఉదాహరణములలోని నీరు, పాదరసము తీసికొనుచున్నవి. దీనినిబట్టి పైభాగపు చతురపుకొలత ఎంత తక్కువగా ఉండుటకువీలో అంత తక్కువగా ఉండునట్లు ముడుచుకునే స్వభావము ద్రవములకు కలదు అని అనవచ్చును. ఈ స్వభావము కారణముగా ద్రవములయొక్క పైభాగము, వైశాల్యమును తగ్గించుకొను ప్రయత్నములో, ఒక బిగువు, బింకము, లాగుడు శక్తి (Tension) కలిగియుండును. అతిపల్చని రబ్బరువంటి పొరతో ద్రవముయొక్క పైభాగము బిగువుగా కప్పబడియున్నదా యని తలంచవచ్చును. ఈ ఉపరిభాగపు బిగువునకు సర్ఫేస్ టెన్షను అని పేరు. నీటి పైభాగమున ఒక గుండుసూదిని నెమ్మదిగా జారవిడిచినచో, అది నీటిలో మునుగక ఈ టెన్షను వలన పైనే తేలియుండును.

ఈ బిగువువలన గుండుసూదిని నీరు మోయును. నీటియొక్క పైభాగము ఒక సెంటిమీటరు పొడుగున ఎంత బరువు మోయగలదో దానిని నీటియొక్క సర్ఫేస్ టెన్షను అందురు. ఈ బరువు ఒక గ్రాము బరువుకంటె చాలా తక్కువగా ఉండును. సాధారణముగా, ఒకగ్రాము బరువును 981 భాగములు చేయుదురు. ఒక్కొక్క భాగమునకు డైను (Dyne) అని పేరు. నీటి సర్ఫేస్ టెన్షను 75 డైనులు. పాదరసముయొక్క సర్ఫేస్ టెన్షను 465 డైనులు.

ద్రవములోని అణువులు ఒకదానినొకటి హత్తుకొనియుండు స్వభావము కలవి. ఈ హత్తుకొనుటను సంయోగశక్తి యందురు. (Cohesive force). ఈసంయోగశక్తివలననే, ద్రవములకు సర్ఫేస్ టెన్షను కలుగుచున్నది. ద్రవములకున్నట్లే పరమాణు కేంద్రకములయందు నిండియున్న న్యూక్లియాను ద్రవమునకుకూడ సర్ఫేస్ టెన్షను ఉండవలెను. అన్ని కేంద్రకములయందలి న్యూక్లియానులకు సర్ఫేస్ టెన్షను సమానముగానే ఉన్నచో అన్నిటియందు గల న్యూక్లియాను ద్రవము ఏకస్వభావము కలదని నిశ్చయించవచ్చును. న్యూక్లియానుల సర్ఫేస్ టెన్షనును లెక్కకట్టినారు. అన్నిటిలోను సర్ఫేస్ టెన్షను ప్రమాణము సుమారుగా 9.3×10^{19} డైన్సు అని తేలినది. న్యూక్లియాను సాంద్రత నీటిసాంద్రతకంటె విపరీతముగా 2.4×10^{14} రెట్లుండుటచేత దాని సర్ఫేస్ టెన్షనుకూడ నీటికంటె విపరీతముగా 1.24×10^{18} రెట్లు

న్నది. ఈన్యూక్లియాను ద్రవము కనివినియెరుగని అద్భుతములగు గుణములు కలది,



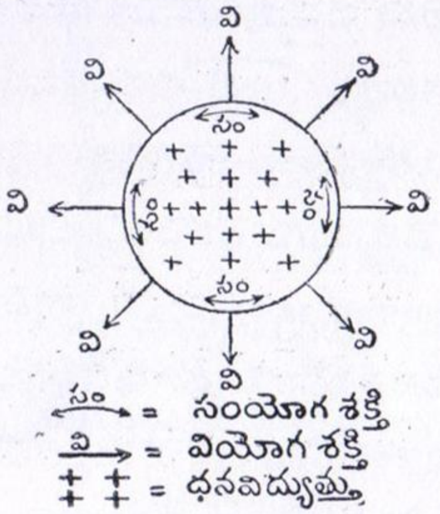
గాజు పలక మీద నున్నపాదరసపు బిందువులు.

పటము. 4.

గాజుపలకమీదనున్న పాదరసపు బిందువులు పైపటములో చిత్రింపబడినవి. బిందువులు పెద్దవైనకొలది, గుండ్రతనముతగ్గి, ఎత్తుతగ్గి, ప్రక్కలకుప్రాకి, బల్లపరపుగా అగును. సర్ఫేస్ టెన్షను పాదరసమును దగ్గరకు చేరదీసి గుండ్రముగా చేయుచుండును. బరువు, పాదరసమును క్రిందికి దిగలాగి గుండ్రతనమును తగ్గించు చుండును. చేరదీయునది సంయోగశక్తి, దిగదీయునది వియోగ శక్తి. వీటిని ఆకర్షణ, వికర్షణశక్తు లనవచ్చును. చిన్నబిందు వులయందు సంయోగశక్తి ఎక్కువగాను, పెద్దబిందువులయందు వియోగశక్తి ఎక్కువగాను ఉండును. రెండు చిన్న పాదరసపు బిందువు లొకదాని కొకటి తగిలినప్పుడు, అవి ఆత్రతతో, విసురుగా ఒకపెద్దబిందువుగా కలసిపోవును. ఇట్టి బిందువులోకూడ వియోగశక్తికంటె సంయోగశక్తి హెచ్చుగా ఉండును. పెద్ద బిందువు నేమాత్రము కదిపినను రెండుభాగములుగా విడిపోవును.

న్యూక్లియాను ఒకద్రవమువంటిదే గనుక, దానికికూడ సంయోగ వియోగశక్తు లుండవలెను. కేంద్రకముయొక్క ఘన పరిమాణము హెచ్చినకొలది ఈశక్తు లెట్టి మార్పుచెందునో తెలిసికొనవలసి యున్నది. ఈ క్రిందిపటమును చూడుడు.

న్యూక్లియాను ద్రవ బిందువు



పటము. 5.

న్యూక్లియాను కణములగు ప్రోటాను, న్యూట్రానులు పరమాణు కేంద్రకమందుచేరి ఒకగోళాకారముగా — న్యూక్లియాను ద్రవబిందువుగా — ఉన్నట్లు భావించవచ్చును. ఈ న్యూక్లియాను బిందువునకు సర్ఫేస్ టెన్షనున్నది. కనుక కణములను దగ్గరకు లాగుకొను సంయోగశక్తి ఉన్నదన్నమాట. మరియు, న్యూక్లియాను బిందువులో సుమారు సగముభాగము ప్రోటానులుండును. అవి ధనవిద్యుదావేశము కలవి; ఒకదానినొకటి దూరముగా త్రోసివేసుకొనుచుండును. న్యూక్లియానులోని వియోగశక్తులు

ఈరూపమునుదాల్చి యుండును. అందుచేత న్యూక్లియాను ద్రవ బిందువందు సంయోగ, వియోగ శక్తులున్నవి. పరమాణుసంఖ్య చిన్నదైనచో కేంద్రకముయొక్క పరిమాణము, చిన్నదిగాను, ప్రోటానులసంఖ్య చిన్నదిగాను ఉండును. వియోగశక్తి తక్కువగా నుండును. బిందువు పెద్దదైనకొలది సంయోగశక్తికంటె వియోగ శక్తి ఎక్కువగా పెరిగిపోవును. ఈవిషయ వివరములు గణితము వలన తెలిసికోవచ్చును. 1939 సంవత్సరములో నీల్ బోర్, జె. యె. వీలర్ అను శాస్త్రవేత్తలు పరమాణువులన్నింటికిని ఈగణితమును కట్టిచూచినారు. వాటి పర్యవసానము లివి.

(1) పరమాణుపట్టీలో ఉదజని మొదలగు మొదటి కేంద్రక ములు మిక్కిలి స్థిరమైనవి. పోనుపోను కేంద్రకములకు స్థిరత్వము తగ్గును. చివరచివరకు వెళ్లినకొలది స్థిరత్వము బొత్తిగా తగ్గి పోవును.

(2) స్థిరత్వమెక్కువగల ఉదజని పరమాణు కేంద్రకము లను రెంటిని దగ్గరకు జేర్చినచో అవి రెండునుకలసి వేరొక కేంద్రకముగా మారి విపరీతమగు పరమాణుశక్తిని విడుదల చేయును.

(3) స్థిరత్వము బాగా తక్కువగాయున్న యురేనియము పరమాణుకేంద్రకమును, స్వల్పశక్తిని వినియోగించి భేదింప జూచినచో, సుమారు రెండు సమభాగములుగ అది విచ్ఛిన్నమై, రెండు ఇతర పరమాణుకేంద్రకములుగామారి, విపరీతమగు పర మాణుశక్తిని విడుదలచేయును.

(4) పరమాణు కేంద్రకములయందు దాగియున్న విపరీతమగు శక్తిని విడుదలచేసి యుపయోగించుకొనుటకు రెండుగొప్ప అవకాశములు కలవు. (i) పరమాణుపట్టీలోనున్న మొదటి పరమాణుకేంద్రకముల సంయోగము (ii) పట్టీచివరనున్న పరమాణు కేంద్రకముల విచ్ఛిన్నము — ఈరెండు సదవకాశములను జాగరూకతతో ఉపయోగించుకొనినచో పరమాణువులో దాగియున్న శక్తిని పైకితీసి ప్రపంచముయొక్క క్షేమలాభములకై వినియోగించవచ్చును.

అట్లు చేయవలెనను పెద్దకోరిక, అభిలాష, శాస్త్రజ్ఞుల నావేశించినది. ఈకోరికల సాధించుటకై శాస్త్రజ్ఞులేమేమి ప్రయోగములు చేసిరో, తెలసికోవలసియున్నది. ఇది తెలిసికొనవలెనంటే ఒక ముఖ్యమగు ఇతరవిషయమును గురించి ముందుగా తెలిసికొనవలసియున్నది.

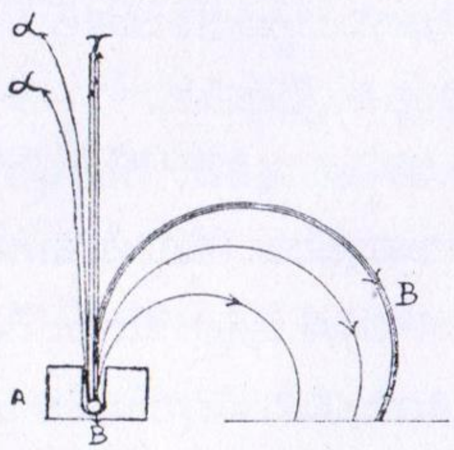
1896 ప్రాంతములనుండి కొన్నిపరమాణువులు తమంతట తాము మార్పు చెందుచున్నవని, ఆమార్పులో అమితమగు శక్తులు విడుదల యగుచున్నవని, ఆమార్పులవలన ఒకపరమాణువు ఇతర పరమాణువులుగా మారుచున్నదని, మొదలగు విషయములు తెలియవచ్చినవి. మరియు భౌతిక, రసాయనశాస్త్రములకు ఈవిషయములు నూతన పునాదులను ఏర్పరచినవి. నవీన రసాయనశాస్త్రము ఈ పునాదులపైని బాగా పెరిగినది. దీనిని గురించి సంగ్రహముగా తెలిసికొందాము.

IV

నవీన రసాయనశాస్త్రము — (The New Chemistry)

రేడియో ఏక్టివిటీ :— రాంట్జెను, అను జర్మన్ శాస్త్రజ్ఞుడు ఎక్సు (X) కిరణములను 1895 లో కనిపెట్టెను. ఈకిరణములు ఘనపదార్థముల లోపలికికూడ ప్రవేశించగలవు. కాగితము, అట్ట, కఱ్ఱమొదలగు వస్తువులలోనికి సులభముగా ఈకిరణములు చొరుచుకుని పోగలవు. ఇట్టి అద్భుతవిషయముల నింకను కనిపెట్టవలెనని ప్రయత్నములు జరిగినవి. 1896 లో ఫ్రాన్సుదేశపు రసాయనిక శాస్త్రవేత్తయగు బెకరెల్, ఒకవిధమైన యురేనియము ఉప్పురాతిని (Uranuim salt) ఫోటో గ్రాఫిక్ ప్లేట్లుగల పెట్టెపైని కొన్నిరోజులుంచుటతటస్థించినది. పెట్టితీసిచూడగా, యురేనియము ఉప్పురాతియొక్క ఆకారముగలబొమ్మ ఫొటో గ్రాఫిక్ప్లేటుమీద పడియుండెను. దీనినిబట్టి యురేనియము ఉప్పునుండి ఒక వింత తేజస్సు వచ్చుచున్నదని, అది ఎక్సుకిరణములవంటి ధర్మము కలదని బెకరెల్ నిశ్చయించెను. ఈధర్మము, యురేనియముయొక్క పలువిధములైన ఉప్పులకు (Sulphates, bromides, nitrates) కలదనికూడ అతడు తెలిసికొన్నాడు. యురేనియమనే లోహము ఈవింతకాంతిని విదజల్లుచున్నదని బెకరెల్ కనిపెట్టినాడు. ఎంత వేడిచేసినా, ఎంతచల్లపరిచినా, ఎంతవిద్యుచ్ఛక్తిని ఆవేశింపజేసినా యురేనియముయొక్క తేజఃప్రసారము నిరంతరము, నిరాఘాటముగా జగురుచుండునని శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొన్నారు. ఈధర్మము తోరియము, ప్రోటోఏక్టినియము అను లోహములకుకూడ కలదు,

ఈనిరంతర, నిరాఘాట, స్వాభావిక తేజఃప్రసరణ ధర్మమునకు రేడియో ఏక్టివిటీ (Radio-activity) అని పేరు. యురేనియము, తోరియము, ప్రోటోఏక్టినియము అను మూడున్నూ ప్రప్రధమమున కనిపెట్టబడిన రేడియోయాక్టివు మూలపదార్థములు (Radio-active elements).



A = లోహపు ముక్క
B = లోహము మధ్యగల రేడియో ఏక్టివ్ పదార్థము

పటము. 6.

(1) మూడు విధములగు తేజఃకిరణములు.

రేడియోఏక్టివు పదార్థములనుండి వెడలు తేజఃకిరణములు మూడు విధములైనవి.

(i) ఆల్ఫా (α) (ii) బీటా (β) (iii) గామా (γ) కిరణములని వీటికి పేరు.

ఈకాగితపు సమతలము (Plane) నకు లంబముగా (Perpendicularly) 6 వ పటములోని A అనుదాని పైభాగమున, బలమైన ఒకఅయస్కాంతఖడ్డీని (Strong bar magnet) నిలబెట్టినచో B నుండివచ్చే కిరణములు మూడుభాగములుగా విడిపోవును

ఎడమవైనకు కొద్దిగావంగినవి ఆల్ఫాకిరణములు. కుడివైపునకు బాగా వంగినవి బీటాకిరణములు. ఏమాత్రము వంగకుండా నిటాక్కు పోవునవి గామాకిరణములు.

(i) ఆల్ఫాకిరణములు :— ఇవి తేజోరూపములు కావు-ద్రవ్యకణములు. ఆల్ఫాద్రవ్యకణము, హైడ్రజనుపరమాణువు కంటె నాలురెట్లు బరువు. రెండుయూనిట్ల ధనవిద్యుత్తు దీనిని ఆవేశించి యుండును. అందుచేత ఆల్ఫాకణము హీలియము పరమాణుకేంద్రకమని నిశ్చయింపబడినది. ఆల్ఫాకిరణము (Ray) ఆల్ఫాకణము (Particle) అనికూడ దీనిని అందురు. వెలుతురు ప్రసరించే వేగములో సుమారు పదిహేనోవంతు వేగము ఈ కిరణముల కుండును.

(ii) బీటాకిరణములు :— ఇవి ఎలక్ట్రాను కణములని నిశ్చయింపబడినవి. వీటి ఋణవిద్యుదావేశము ఒకటి. బరువు, హైడ్రజను పరమాణువులో 1840వ్యో భాగము. ఈ బీటాకణములు మిక్కిలి వేగము కలవి — కొన్ని, సెకనుకు ఒక లక్షమైళ్ల వేగముతో వెలువడుచుండును.

(iii) గామాకిరణములు :— ఇవి కణములుకావు. ఎక్సు కిరణములకంటె బాగాపొట్టిగానుండు తేజఃతరంగములు. బీటాకణములకంటె, ఆల్ఫాకణములకంటె ఎన్నోరెట్లశక్తితో గామాకిరణములు, వస్తువులగుండా చొరుచుకుని పోగలవు. వీటికి విద్యుదావేశము లేదు. అందుచేతనే అయస్కాంతము వీటిని వంచలేదు.

ఆల్ఫాకణముయొక్క చలనశక్తి (Kinetic energy of the α particle) 12.24×10^{-6} ఎర్గు, లేక 7.65 మిలియను ఎలక్ట్రాను

వోల్టులు 7.65 = M.e.v. బీటాకణముల చలనశక్తి 4.15×10^{-8} ఎర్గు, లేక 2.6×10^4 ఎలక్ట్రానువోల్టులు. ఈ వివరములయొక్క లెక్క క్రింద ఫుట్‌నోటులో చూడనగును. *

---

* చలనశక్తి $= \frac{1}{2} m v^2$, m = ద్రవ్యరాశి, v = వేగము

హైడ్రజను పరమాణువుయొక్క ద్రవ్యరాశి 1.66×10^{-24} గ్రాము. ఆల్ఫాకణము ద్రవ్యరాశి $4 \times 1.66 \times 10^{-24} = 6.64 \times 10^{-24}$ గ్రాము. ఆల్ఫాకణము వేగము 1.92×10^9 సెంటిమీటరు - సెకను. ఆల్ఫాకణముయొక్క చలనశక్తి $\frac{1}{2} \times 6.64 \times 10^{-24} \times (1.92 \times 10^9)^2 = 12.24 \times 10^{-6}$ ఎర్గు. ఈశక్తిని విద్యుద్మానములోనికి మార్చవచ్చును. ఆల్ఫాకణములు విద్యుదావేశితములు కనుక వాటిశక్తిని విద్యుద్మానములో లెక్కింతురు. ఎలక్ట్రిసిటీ ఒకసర్క్యూటులో ప్రవహించును. ఈసర్క్యూటులో ఏరెండు బిందువుల (points) మధ్యనైనను విద్యుత్తుయొక్క ఒత్తిడికి భేదముఉండును. (Potential difference) ఒత్తిడిభేదము లేనిదే ప్రవాహము ఉండదు. ఎంతఎక్కువ ఒత్తిడిభేదము ఉంటే అంతప్రవాహము హెచ్చుగాఉండును. నీటిపారుదల, ఎత్తునుండి పల్లమున కెట్లు జరుగునో విద్యుత్తుపారుదలకూడ ఎక్కువఒత్తిడి ఉన్నచోటునుండి తక్కువఒత్తిడి ఉన్నచోటునకు జరుగును. ఈ ఒత్తిడిభేదమును వోల్టులలో కొలుతురు. విద్యుత్ప్రవాహమును ఎలక్ట్రానులలో కొలుతురు. V వోల్టుల ఒత్తిడిభేదముగల రెండు స్థలముల మధ్య, ఒక ఎలక్ట్రాను విద్యుత్తు ప్రవహించినచో ఆప్రవాహముయొక్క శక్తిని Ve ఎలక్ట్రాను వోల్టులందురు. పదిలక్షల వోల్టుల ఒత్తిడిభేదముగల చోట్ల మధ్యఒక ఎలక్ట్రాను ప్రవహించినచో - పతనమైనచో-దానిశక్తిని మిలియనుఎలక్ట్రాను వోల్టులందురు. ఈశక్తులను ఒకసాంకేతకములో వ్రాయుదురు. M e.v. = మిలియను (10^6) ఎలక్ట్రాను వోల్టులు, = 1.59 మైక్రో ఎర్గు $= 1.59 \times 10^{-6}$ ఎర్గు; 12.24×10^{-6} erg = 7.65 M. e. v. బీటాకణము, ఆల్ఫాకణము కంటె 7360 రెట్లు తక్కువబరువు, ఐదురెట్లు ఎక్కువవేగము, కలది కనుక బీటాకణము శక్తి అల్ఫాకణముయొక్క శక్తిలో $7360/5^2 = 300$ ల భాగము; కనుక బీటాకణముయొక్క చలనశక్తి 4.15×10^{-8} ఎర్గు $= 2.6 \times 10^4$ (e. v.) ఎలక్ట్రాను వోల్టులు,

(2) కిరణముల ఉత్పత్తి (Origin of the Rays):— పరమాణు కేంద్రకములలో ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు కలవు. కేంద్రకమునుచుట్టి ఎలక్ట్రానులు తిరుగుచుండును. ఎలక్ట్రానులు ఋణవిద్యుదావేశము కలవి. మిక్కిలి తక్కువ బరువు గలవి. అందుచేత వీటినుండి ధనవిద్యుదావేశముకల, బరువైన ఆల్ఫా కణములు ఉత్పత్తి అగుటకు వీలులేదు. ఆల్ఫాకణములు హీలియము కేంద్రకములని నిశ్చయమైనది. రెండుప్రోటానులు, రెండు న్యూట్రానులుచేరి ఒకహీలియము కేంద్రకముగా ఏర్పడును గాన (బరువు = 4, ఆవేశము + 2), కేంద్రకమునుండే ఆల్ఫాకణములు ఉత్పత్తియైతీరవలెను. అందుచేత, కేంద్రకమునుండి రెండు ప్రోటానులు, రెండు న్యూట్రానులు ఆల్ఫాకిరణరూపమున బైటికివచ్చినచో, కేంద్రకముయొక్క బరువులో 4, ఆవేశములో 2 కొఱతపడును. ఆవేశప్రమాణములో రెండు యూనిట్లు కొఱతపడును గాన కేంద్రకముయొక్క పరమాణుసంఖ్యలో (Z) 2 తగ్గును. పరమాణుసంఖ్య తగ్గుట యనగా క్రొత్తపరమాణువు పుట్టుటయే. ఇట్లు పరమాణుసంఖ్య తగ్గినకొలది క్రొత్త పరమాణువులు పుట్టుచుండును.

బీటాకణములు కేంద్రకముచుట్టియున్న ఎలక్ట్రానులనుండి పుట్టుచున్నవని భ్రమ కలుగవచ్చును. కాని, ఉత్పత్తియగు బీటా కణములకుగల వేగములో అనేక తరగతులు కనపడుచున్నవి. కొన్ని అతితీవ్రములు — వెలుతురు వేగముతో సరిపోల్ప తగినవి. ఇట్టివి కేంద్రకమునుచుట్టియున్న ఎలక్ట్రానులనుండి ఉత్పత్తి

అగుటకు వీలులేదు. ఏదోరీతిని కేంద్రకమందలి మార్పువలననే బీటాకణములుకూడా కేంద్రకమునుండే ఉత్పత్తి అగుచున్నవని ఊహించవలసియున్నది.కాని కేంద్రకములో ఎలక్ట్రానులు లేవు. కేంద్రకమందలి న్యూట్రాను ప్రోటానుగా మారినచో ఈమార్పులో ఎలక్ట్రానుపుట్టును-($_0n^1 = {}_{+1}H^1 + {}_{-1}e^0$) న్యూట్రానుస్థానమును ప్రోటాను ఆక్రమించును. ఎలక్ట్రాను బైటకువదలివేయబడును. ఈ మార్పులో కేంద్రకముయొక్క బరువు మారదు-ఎలక్ట్రానుయొక్క బరువుగణించదగినదికాదని చెప్పియున్నాను. కాని కేంద్రకము యొక్క విద్యుదావేశము ఒకటిపెరుగును. ఏమంటే న్యూట్రానుకు ఆవేశములేదు. అదిప్రోటానుగామారినది గనుక కేంద్రకముయొక్క ఆవేశము ఒకటి పెరుగును. అందుచేత కేంద్రకముయొక్క పరమాణు సంఖ్య ఒకటి పెరుగును. బరువుమారదు. దీనివలన బరువులు సమానమైనట్టిన్నీ పరమాణుసంఖ్యలో భేదము గలిగినట్టిన్ని కేంద్రకములుండవచ్చును అనిస్పష్టమైనది. వీటిని సమభారములు (Isobars) అనిపిలిచెదరు. బరువుభేదముగాఉండి పరమాణుసంఖ్య సమానముగా ఉండేకేంద్రకములకు సమస్థానీయములు (Isotopes) అని పేరని, ఇదివరకే తెలిసినవిషయము. పర్యవసానమేమంటే, బీటాకిరణవిసర్జనవలన కూడ ఒక పరమాణువు ఇంకొకపరమాణువుగా మారుచున్నదన్నమాట.

గామాకిరణములు మిక్కిలి శక్తివంతములగు తేజఃతరంగములు. ఎక్సుకిరణములకంటె చాలాశక్తికలవి. గామాకిరణముల

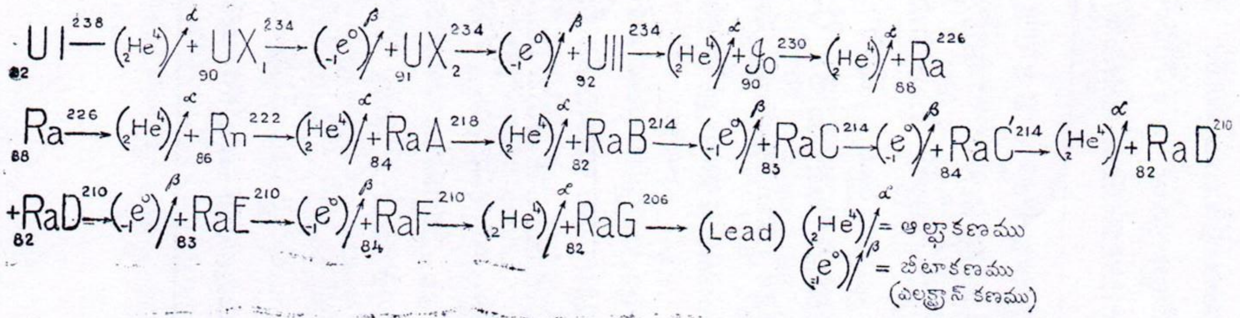
శక్తులలో అంతరభేదములు కలవు. ఈ శక్తిభేదముతోపాటు తరంగముల పొడుగులలోకూడ భేదములుండును. కేంద్రకముల లోని ప్రోటానులలోను, న్యూట్రానులలోను కలిగేమార్పులవలన, తీవ్రసంచలనములవలన గామాకిరణములు పుట్టుచున్నవి.

(3) రేడియో ఏక్టివు మార్పుల పరంపర (The Radioactive disintegration Series):— యురేనియములో కొన్ని ఏకస్థానీయములున్నవి. అందు ముఖ్యమైనవి రెండు. వాటిబరువు 238, 235. వీటిగుర్తులు ${}_{92}U^{238}$, ${}_{92}U^{235}$. రేడియో ఏక్టివిటీవలన బరువు, ఆవేశము తగ్గి U_{238}, ఎట్లు మారుచున్నదో, ఎట్లు శిథిల (Disintegrates) మగుచున్నదో, ఎట్లుక్రొత్తపరమాణువులపరంపర పుట్టుచున్నదోతెలసికొందము.*

${}_{92}U^{238}$ నుండి ఒక ఆల్ఫాకణము – ${}_{2}He^{-4}$—పోగా ఆవేశము 90, బరువు. 234, గల ఒకనూతన పరమాణువు సృష్టియగును. ఇది తోరియముకంటె బరువైనది. ఇందుండి బీటాకణము విడుదలఅగును. బరువుమారదు. పరమాణుసంఖ్య 91 కి పెరిగి క్రొత్తపరమాణు వేర్పడును. ఇందుండి ఇంకొక బీటాకణము వెలువడి 234 భారముకల, సంఖ్య 92 కల యురేనియము ఏకస్థానీయము పుట్టును. ఇది 238, 235 భారములుగల ఏకస్థానీయములకంటె బహు అరుదైనది. దీనినుండి ఒక ఆల్ఫాకణము బైలుదేరి 230 బరువు, 90 సంఖ్యకల అయోనియమను

---

* 7 వ పటము చూడుడు.



సీసముగా మారుటకు యురేనియములో కలిగే మార్పుల పరంపర

Disintegration Series of Uranium

పటము. 7.

పరమాణువు పుట్టును. ఇందుండి ఒక ఆల్ఫాకణము విడుదలయై బరువు 226, సంఖ్య 88, గల రేడియము పరమాణువు పుట్టును. ఈరేడియము అన్నిటికంటె రేడియోఏక్టివిటీలో మిక్కిలి శక్తివంతమైనది. దీనినుండి వెలువడు ఆల్ఫా బీటా గామా కిరణములు చాలా శక్తితమములు. మొట్టమొదట దీనిని 1898 లో, క్యూరీ దంపతులు ఆచార్యక్యూరి, మదామ్‌క్యూరి — కనిపెట్టిరి. ఇది అనేకవిధముల ఉపయోగకారిగా ఉన్నది. ఒకగ్రాము రేడియము ఖరీదు సుమారు లక్షరూపాయలుండును. ఈ రేడియము క్రమముగా నాలుగు ఆల్ఫాకణములను, నాలుగు బీటాకణములను వదలి 210 భారము, 84 సంఖ్య, గల పోలోనియము పరమాణువుగా మారును. దీనిని రేడియము ఎఫ్ (Ra—F) అందురు. పొలోనియమునుండి ఒక ఆల్ఫాకణము పోగా 206 బరువు, 82 సంఖ్యగల సీసమువచ్చును. సీసములో ఏకస్థానీయములు ఐదు కలవు అందు ఇదిఒకటి. ఈమార్పుల వరుసలో సీసము ఆఖరది. సీసము అట్టిమార్పుచెందే స్వభావముకల పరమాణువుకాదు. దీనికి రేడియోఏక్టివిటీ లేదు. ఇంతవరకు పరంపరగా మారుచూ వచ్చిన పరమాణువులన్నీ రేడియోఏక్టివిటీ కలవే. సీసము స్థిరమగు కేంద్రకముగల పరమాణువు. యురేనియము, అయోనియము, రేడియము, పొలోనియముయొక్క పరమాణు కేంద్రకములు అస్థిరములు. వీటిలో రేడియము తీవ్రతమమైన ఏక్టివిటీ కలది. దానితరువాత పొలోనియము చెప్పతగ్గది. యురేనియమువలెనే ఏక్టినియము, తోరియముకూడ మార్పుల పరంపర పొంది

207 భారముకల సీసముగాను 208 భారముకల సీసముగాను మారును. ఈ సీసములుమూడూ ఏకస్థానీయములు.

2. నవీనరసవాదము:— (Modern Alchemy) ఇనుము, రాగి మొదలగు విలువతక్కువగు లోహములను, విలువగల బంగారముగా మార్చుటను రసవాదమందురు. ఇట్టి ప్రయత్నములను పూర్వులు చాలాచేసిరి. వీరిని రసవాదులు (Alchemists) అని అందురు. వారిప్రయత్నముల వలన రసవాదము సిద్ధించకపోయినా రసాయనిక శాస్త్రమునకు స్థిరమైన పునాదులేర్పడి, ఆశాస్త్రము చాలా వృద్ధిపొందినది. రసవాదులు చేసిన ప్రయత్నములు, ప్రయోగములు, అన్నియు రసాయనిక సంబంధములే. పరమాణు కేంద్రకమును చుట్టియున్న ఎలక్ట్రానులలో కలిగేమార్పులవలన రసాయనికమార్పులు కలుగునని ఇదివరలో చెప్పియుంటిని. అట్టిమార్పులవలన కేంద్రకములో మార్పులురావు. కేంద్రకములో మార్పురానిదే ఒక పరమాణువింకొక పరమాణువుగా మారదు. రసాయనిక మార్గమున రసవాదము సిద్ధించదు. కావున రసవాదులుచేసిన వన్నియు వృధా ప్రయత్నములైనవి.

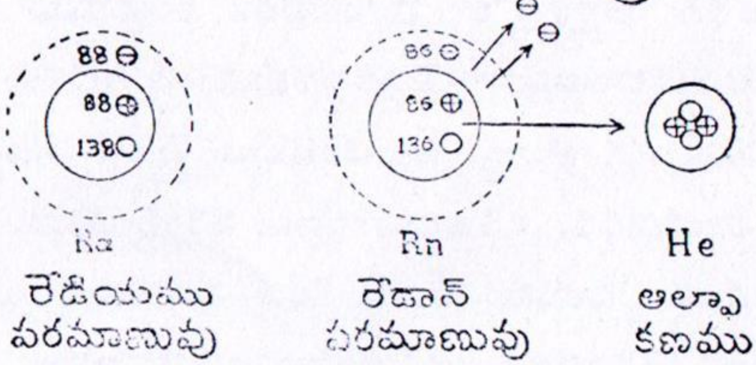
స్వాభావికపరమాణుపరివర్తన:—(Natural Transmutation) యురేనియము మొదలగు పరమాణువుల నుండి ప్రసారమయే ఆల్ఫా, బీటా ద్రవ్యకణముల పరంపరయే రేడియోఏక్టివిటీకి కారణమని రూథరుఫర్డు, సాడీఅను ఇరువురు భౌతికశాస్త్రవేత్తలు 1902 లో ప్రతిపాదించినారు. రేడియము

మొదలగు పరమాణుకేంద్రకములలో ఏదోకారణముచేత పెద్ద తుపానురేగి అల్లకల్లోల మగుటచేత, కేంద్రకము విచ్ఛిన్నమై, గొప్ప అదటుకారణముగా పెద్దకట్టడమునుండి ఇటికలు, సున్నము, ఊడిపడునట్లుగా, ఆల్ఫా, బీటాకణములు బైటికి వచ్చుచున్నవని, వీ రభిప్రాయపడిరి. ఒకఉదాహరణను పరిశీలింతము. ఆల్ఫాకిరణ విసర్జనవలన రేడియము రేడానుక్రింద మారుచున్నట్లు ప్రయోగ ములవలన తెలిసినది. రేడియము ఒకలోహము. బేరియము, కాల్షియముమొదలగు లోహములకు రేడియమునకు గుణసామ్యము కలదు. రేడాను వాయుపదార్థము. నియాను, ఆర్గాను మొదలగు వాయువులకు రేడానుకు గుణసామ్యముకలదు. ఆవాయువుల వలెనే రేడానుకూడ రసాయనికముగా జడము. ఇతరవస్తువులతో సమ్మేళనముకాదు. ఇట్టిమార్పు, దానంతటదే, కలుగుచుండుట అమితాశ్చర్యమును కలిగించినది. ఇట్టిమార్పులనుబట్టి, ఒక మూలపదార్థము ఇంకొక మూలపదార్థముగా ప్రకృతిలో, సహజ ముగా మారుచున్నదని స్పష్టమైనది.

ఈమార్పునకు రేడియోఏక్టివు పరివర్తన (Radioactive transformation) అనిపేరు. ప్రకృతి సిద్ధమై, సహజముగా జరుగుచున్న, రసవాదమని దీనిని చెప్పవచ్చును. మూలపదార్థ ముల పట్టీలో చివరనున్న, బరువైన, కేంద్రకములలోనే ఈ పరి వర్తన జరుగుచుండును.

8 వ, పటములో రేడియము, రేడానుక్రింద మారుట సూచింపబడినది.

○ న్యూట్రానులు. ⊕ ప్రోటానులు. ⊖ ఎలక్ట్రానులు.



$$_{88}Ra^{226} = {}_{86}Rn^{222} + {}_{2}He^{4}$$

పటము. 8.

ఈమార్పు సావకాశముగా జరుగును. ఏదోకొంత బరువు గల రేడియములో సగముభాగము రేడానుగా మారుటకు 1,600 సంవత్సరములు పట్టును. దీనిని అర్ధాయుర్దాయ కాలమందురు. (Half-life period) మిగిలిన అర్ధములోని అర్ధము ($\frac{1}{4}$) రేడానుగా మారుటకు ఇంకొక 1,600 ఏండ్లుపట్టును. అప్పుడు రేడియములో $\frac{1}{8}$ వంతు మిగిలియుండును. ఇందులో సగముభాగము రేడానుగా మారుటకు ఇంకొక 1,600 ఏండ్లు పట్టును. ఇట్లే రేడియము ఏమియు మిగలకుండా ఉండుటకు—రేడానుగా అంతా మారిపోవుటకు - లక్షలకొలది సంవత్సరములు పట్టును. యురేనియము యొక్క అర్ధాయుర్దాయ కాలము చాలా పెద్దది, 440 కోట్ల సంవత్సరాలు. అందుచేతనే ఈప్రపంచము పుట్టి ఎన్నోకోట్ల సంవత్సరములైనను యురేనియమంతా హరించిపోలేదు. రేడియము ఉండియుండినచో హరించిపోయి ఎంతకాలమో యైయుండవలెను. అందుచేతనే త్వరగా హరించిపోయే రేడియోఏక్టివు

పదార్థము నేడు భూమిమీదలేదు. పొలోనియముయొక్క అర్ధాయుర్దాయ కాలము, 140 దినములుమాత్రమే. అతిత్వరగా నశించి సీసముగా మారిపోవును. తోరియము అర్ధాయుర్దాయ కాలము 1,300 కోట్ల సంవత్సరములు. ప్రోటోఏక్టినియమునకు 10,000 ఏండ్లు, ఏక్టినియమునకు 20 ఏండ్లు, రేడానుకు 3 రోజుల 19గం. ఈరేడియోఏక్టివిటీ పరిశోధనల వలననే సీసములో వేరువేరు బరువులుగల మూడు ఏకస్థానీయము లున్నవని, రసాయనికముగా వాటిని విడదీయ వీలులేదని ప్రప్రథమమున కనిపెట్టిరి. అటుతరువాతనే ఏకస్థానీయములగురించిన పరిశోధనలు ఏస్టను మొదలగు వారుజరిపిరి. ప్రతి పరమాణువునకు ఏకస్థానీయములు కలవని క్రమముగా కనిపెట్టిరి.

ఈరేడియోఏక్టివిటీ మార్పులలో వెలువడేశక్తి చాలపెద్దది. రసాయనికమార్పులలో ఒకపరమాణువునకు సంబంధించి పుట్టే శక్తికంటె ఈరేడియోఏక్టివు మార్పులలో ఒకపరమాణువునుండి పుట్టేశక్తి నూరులక్షలరెట్లు వరకు ఉండును. పరమాణువులకు పైపైనున్న ఎలక్ట్రానులలోని మార్పులవలన రసాయనశక్తి కలుగుచున్నది. రేడియోఏక్టివిటీ రూపమున వెలువడుశక్తి పరమాణు కేంద్రకములలోని మార్పులవలన కలుగుచున్నది. ఈ రేడియోఏక్టివు శక్తిని పరమాణుశక్తి (Atomic energy) యని అందురు. రసాయనశక్తిని పరమాణుశక్తి యనరు. రసాయన మార్పులలో పరమాణువులు మారవు. అణువులలో (Molecules) మార్పులు కలుగును. అందుచేత రసాయనశక్తిని అణుశక్తి (Molecular energy) యని అందురు.

3. మానవకృత పరమాణు పరివర్తన (Artificial Transmutation :— A-మొదటి ఘట్టము:—ప్రకృతిసిద్ధమగు పరమాణు పరివర్తనములలో వెలువడు ఆల్ఫాకణముల శక్తి 7.65 మిలియను ఎలక్ట్రాను వోల్టులని చెప్పియుంటిని. ఇంతటి శక్తివంతములగు ఆల్ఫాకణములను ఉపయోగించుకో వలెనను ఆలోచన సహజమేకదా. "శతఘ్నులచేత ముట్టడింపబడిన కోట గోడలు గుండుదెబ్బలు తగిలి బ్రద్దలైపోవుచున్నవే, ఆలాగునే ఈ శక్తివంతములగు ఆల్ఫాకిరణములచేత పరమాణు కేంద్రకములను ముట్టడించినచో కేంద్రకములు బ్రద్దలుకావా, ప్రయోగములను చేసి చూతము" అని రూధరుఫర్డు ఆలోచనచేసినాడు. రేడియమునుండి బయలుదేరు ఆల్ఫాకణములచేత నైట్రజను వాయువును, 1919 లో, ముట్టడించినాడు. లక్షోపలక్షలగు ఆల్ఫాకణములనే బాణపరంపరచేత నైట్రజను పరమాణువులను కొట్టగాకొట్టగా, నైట్రజను వాయువులో బహుకొద్దిభాగము ప్రాణవాయువుగామారినట్లు, పరిశోధనచే కనిపెట్టగలిగినాడు. నైట్రజనునుండి ప్రాణవాయువు పుట్టుటయేగాక, అతివేగముగల ప్రోటానులుకూడ ఉత్పత్తి అగుచున్నట్లు కనిపెట్టినాడు. ఈపరిశోధనా ఫలితములు చాలా అద్భుతములు. స్థిరకేంద్రకములుగల పరమాణువులను ఇతర పరమాణువులుగా మనుష్యప్రయత్నముచేత మార్చవచ్చుననుగొప్పవిషయము దీనివలన కనుగొనబడినది. నైట్రొజను కేంద్రకమును భేదించి, అందుండి ఒకప్రోటానును బైటికి త్రోసివేసి, మిగిలినప్రోటానులతోను, న్యూట్రానులతోను కలసి, నైట్రజనుకేంద్రకమును ప్రాణవాయుకేంద్రకముగా ఆల్ఫాకణము

గములవలన శాస్త్రజ్ఞులు నిరూపించిరి. అందుముఖ్యమైన మార్పుల నుదహరించుచున్నాను. మార్పులను కేంద్రకసమీకరణముల (Nuclear equations) చేత సూచించెదను.

సమీకరణము	మార్పు	
(1) $_{5}B^{10} + _{2}He^{4} = _{6}C^{13} + _{1}H^{1}$	బోరాను, బొగ్గుగా మారినది.	ప్రోటాను విడుదలైనది.
(2) $_{9}F^{19} + _{2}He^{4} = _{10}Ne^{22} + _{1}H^{1}$	ఫ్లోరీను గాలి, నియాను గాలిగా మారినది.	
(3) $_{4}Be^{9} + _{2}He^{4} = _{6}C^{12} + _{0}n^{1}$	బెరిలియము, బొగ్గుగా మారినది.	న్యూట్రాను వెలువడినది.
(4) $_{5}B^{11} + _{2}He^{4} = _{7}N^{14} + _{0}n^{1}$	బోరాను, నైట్రజనుగా మారినది.	

(3), (4) సమీకరణములలో న్యూట్రానుకణము వెలువడినది. పరమాణుకేంద్రకములో ప్రోటానులేకాక, న్యూట్రానులు కూడ ఉన్నవను ఊహను, ఈప్రయోగములు ప్రత్యక్షముచేసి

నిజమని నిరూపించినవి. (3) వ, ప్రయోగముద్వారా, 1932లో, సర్ జేమ్సు చాడ్విక్కు న్యూట్రానును కనిపెట్టినాడు. ఇట్లే ప్రయోగములనుచేసి పోజిట్రాను (Positron) డ్యూటీరాను (Deuteron) అను ఇతరవిద్యుత్కణములను కనిపెట్టినారు. ఆల్ఫాకణముల వలెనే న్యూట్రాను, డ్యూటీరాను కణములను కూడ పరమాణువుల పైని ప్రయోగించి, నవీనరసవాదమును పెంచి పెద్దదిగా ఏలచేయరాదు, అనేమీమాంసలు శాస్త్రజ్ఞులలో పైఉదేరినవి. ఈపని సాగించుటకు కొన్నినూతనమైన పనిముట్లు, సాధనములు అవసరమైనవి. వాటినిగురించి కొంతతెలిసికొందము.

నవీనరసవాద ఉపకరణములు:— ఇవిరెండు విధములైనవి.

(i) కణములు (ii) హైపవర్ (మిక్కిలి శక్తివంతము అగు) విద్యుద్యంత్రములు. (High Power Electric Machines.)

(i) లభ్యమైన కణములెన్నివిధములో, వాటి తారతమ్య మెట్టిదో చూతము.

(1) ఎలక్ట్రాను - బీటాకణము. ఇది అన్నికణములకంటె బరువుతక్కువ. ఏకప్రమాణముగల ఋణవిద్యుదావేశము కలది. దీని శక్తి ఆల్ఫాకిరణముల శక్తిలో మూడువందలవంతు. వీటిని ప్రయోగించి, పరమాణువులను కొట్టవలెనంటే, వీటిశక్తిని బాగా వృద్ధిచేయవలెను. ఈపనికై ఈ మధ్యనే బీటాట్రాను (Betatron) అనేయంత్రమును సృష్టించినారు.

నిజమని నిరూపించినవి. (3) వ, ప్రయోగముద్వారా, 1932లో, సర్ జేమ్సు చాడ్విక్కు న్యూట్రానును కనిపెట్టినాడు. ఇట్లే ప్రయోగములనుచేసి పోజిట్రాను (Positron) డ్యూటీరాను (Deuteron) అను ఇతరవిద్యుత్కణములను కనిపెట్టినారు. ఆల్ఫాకణముల వలెనే న్యూట్రాను, డ్యూటీరాను కణములను కూడ పరమాణువుల పైని ప్రయోగించి, నవీనరసవాదమును పెంచి పెద్దదిగా ఏలచేయరాదు, అనేమీమాంసలు శాస్త్రజ్ఞులలో బైలుదేరినవి. ఈపని సాగించుటకు కొన్ని నూతనమైన పనిముట్లు, సాధనములు అవసరమైనవి. వాటినిగురించి కొంతతెలిసికొందము.

నవీనరసవాద ఉపకరణములు:— ఇవిరెండు విధములైనవి.

(i) కణములు (ii) హైపవర్ (మిక్కిలి శక్తివంతము అగు) విద్యుద్యంత్రములు. (High Power Electric Machines.)

(i) లభ్యమైన కణములెన్నివిధములో, వాటి తారతమ్య మెట్టిదో చూతము.

(1) ఎలక్ట్రాను - బీటాకణము. ఇది అన్నికణములకంటె బరువుతక్కువ. ఏకప్రమాణముగల ఋణవిద్యుదావేశము కలది. దీని శక్తి ఆల్ఫాకిరణముల శక్తిలో మూడువందలవంతు. వీటిని ప్రయోగించి, పరమాణువులను కొట్టవలెనంటే, వీటిశక్తిని బాగా వృద్ధిచేయవలెను. ఈపనికై ఈ మధ్యనే బీటాట్రాను (Betatron) అనేయంత్రమును సృష్టించినారు.

(2) పోజిట్రాను — (Positron). ఇది ఎలక్ట్రానుతో సమానమగు బరువుకలది. ఏకప్రమాణముగల ధనవిద్యుత్తు దీనిని ఆవేశించియుండును. ఇది విశ్వకిరణముల (Cosmic rays) లో ఉన్నట్టు ఆండర్సను, 1932 లో, కనిపెట్టినాడు. తరువాత కొద్ది రోజులకే సర్ విలియమ్ బ్లాకెట్టు ప్రయోగములద్వారా ప్రత్యక్షము చేసినాడు. పోజిట్రానులు అతి స్వల్పకాలముమాత్రమే స్వస్వరూపముతో ఉండగలవు. అందుచేత వీటిని బాణములక్రింద ప్రయోగించ వీలులేదు.

(3) ప్రోటాను — (Proton). * హైడ్రజను పరమాణువులో ఒక ప్రోటాను, ఒక ఎలక్ట్రాను చేరి యున్నవి గాన, ప్రోటాను బరువుకూడ రమారమీ హైడ్రజను పరమాణువుబరువే. అందుచేత స్థూలముగా 1. అని పూర్ణాంకముగానే రెండింటి బరువులను వ్రాయుచున్నాము. ఇట్లే ఇతర గుర్తులలోకూడ భారమును సూచించు సరియైన అంకెబదులు, దగ్గరగాఉన్న పూర్ణాంకమును మాత్రమే వాడుక చేయుచున్నాము. మూలపదార్థముల పట్టీలో ఏకస్థానీయముల బరువులుకూడ ఇట్లే పూర్ణాంకములుగా వ్రాయబడినవి. వ్రాతసౌకర్యముకొఱకై ఇట్లు చేయుచున్నాము.

(4) డ్యూటీరాను — (Deuteron) ($_1H^2$). ఇది బరువైన ఉదజనియొక్క కేంద్రకము. దీని బరువు 2.0147. 1932 లో

---

* హైడ్రజను పరమాణు తారతమ్యభారము 1.00812. ఎలక్ట్రాను భారము 0.00055. ప్రోటాను భారము 1,00757 (1.00812 - 0.00055). 1.00182, 1.00757, అను సంఖ్యలను స్థూలముగా 1, అని వ్రాయుచున్నాము.

పరమాణువులను కొట్టి బ్రద్దలుచేయుటకై ఈ యంత్రములు నిర్మింపబడినవి. అందుచేత వీటిని పరమాణు విధ్వంసక యంత్రములు (Atom - Smashers) అని అందురు.

ఈ యంత్రములలో ఉపయోగించు విద్యుత్కణములు ధనవిద్యుదావేశముకల ప్రోటాను, డ్యూటీరాను, ఆల్ఫాకణములు. విద్యుదావేశము లేదుగాన ఈయంత్రములలో న్యూట్రాను ఉప యోగ పడదు. మరియు ప్రోటాను, డ్యూటీరానులకు గల ధనవిద్యుదావేశము సమానము — ఒకేప్రమాణము కలది. ఆల్ఫాకణముయొక్క ఆవేశము రెండుప్రమాణములు కలది. ధనవిద్యుత్కణములతో ధనవిద్యుదావేశము గల పరమాణు కేంద్రకమును కొట్టునప్పుడు వికర్షణశక్తితో కేంద్రకము ధనవిద్యు త్కణములను దూరమునకు కొట్టివేయును. కేంద్రకము దగ్గరకు వెళ్లినకొద్దీ వికర్షణశక్తి పెరుగును. ఈ వికర్షణశక్తి నతిక్రమించగల శక్తిని ధనవిద్యుత్కణములకు కలుగజేసినగాని అవి, కేంద్రకమునుచేరి కొట్టలేవు. ఈవికర్షణశక్తి విద్యుత్కణము యొక్క ఆవేశమునుబట్టి యుండును. ప్రోటాను, డ్యూటీరానుల కంటె ఆల్ఫాకణముల ధనవిద్యుత్తు రెండురెట్లు. ప్రోటాను, డ్యుటీరానుల కంటె రెట్టింపుశక్తితో ఆల్ఫాకణమును కేంద్రకము గెంటివేయును. ఆల్ఫాకణముల నుపయోగించినచో ప్రోటాను, డ్యుటీరానుల నుపయోగించినప్పటికంటె రెట్టింపుశక్తి కావలసి వచ్చును. అందుచేత, సాధారణముగా ఈవిద్యుద్యంత్రములలో ప్రోటానులను, డ్యూటీరానులనే వాడుదురు. ఆల్ఫాకణముల వాడుక సకృతుగాఉండును.

హేరల్డు. సి. యూరె (Harold. C. Urey) అను అమెరికను శాస్త్రజ్ఞుడు దీనిని కనిపెట్టినాడు. సాధారణముగా తయారయే ఉదజనిలో ఇది కొద్దిపాటి భాగముగా ఉండును. దీని కేంద్రకమందు ఒక ప్రోటాను, ఒక న్యూట్రాను ఉండును. దీని విద్యుదావేశము ఒక ధనప్రమాణము +1. ప్రాణవాయువుతో కలసి డ్యూటీరానులు బరువైన నీరుగా మారును. మోటారుకారులోని విద్యుద్ఘటము లోని నీటియందు ఈ బరువైన నీరు ఎక్కువగా ఉండును.

(5) న్యూట్రాను - (Neutron). దీనిబరువు 1.00858. దీని విద్యుదావేశము శూన్యము.

(6) ఆల్ఫాకణము-(α Particle). దీనిబరువు 4.0039. దీని ధనవిద్యుదావేశము, 2.

(ii) మహాశక్తివంతములగు విద్యుద్యంత్రములు: ఈ నవీన రసాయన శాస్త్రమందు వీటి యవసరమేల కలిగినదో తెలిసికొందాము. ఒక గ్రాము లిథియము, బోరాను మొదలైన మూలపదార్థములలో సుమారు వందకోటి కోటికోట్ల (10^{23}) పరమాణువు లుండును. ఆల్ఫాకణముల ముట్టడివలన నిముషమునకు ఒకకోటి పరమాణువులు (10^7) పరివర్తన మగును. ఇట్లు పరివర్తనమై నూతనముగా సృష్టింపబడిన పదార్థముయొక్క బరువు $10^7/10^{23} = 10^{-16}$ గ్రాము. ఇది ఒకనిముషములో సృష్టిఅగును, ఒకగంటలో సుమారు 10^{-14} గ్రాము సృష్టిఅగును. అతి సున్నితమగు త్రాసు (Sensitive chemical balance) తో

గ్రాములో లక్షోభాగము 10^{-5} కంటె తక్కువ ద్రవ్యమును తూచుటకు వీలులేదు. ఇంతమాత్రము బరువుగల నూతనపదార్థమును సృష్టించవలెనంటే $10^{-5}/10^{-14}=10^{9}$ గంటలుపట్టును, అనగా పదిలక్షల సంవత్సరములుపట్టును. * ఒక గ్రాముపదార్థమును సేకరించవలెనంటే పదిలక్షల లక్షల సంవత్సరములు పట్టును. అందుచేత ఆల్ఫాకణములచేత ముట్టడించి. నూతనపదార్థ సేకరణచేయుట కలలోనివార్త యని తేలినది. కనుక, పదార్థ సృష్టిని ఎన్నోకోట్లరెట్లు వృద్ధిచేయవలసివచ్చినది. దీనికై ప్రయోగించే కణములయొక్క శక్తిని ఎన్నోరెట్లు వృద్ధిచేయవలసి వచ్చినది. ఈపనికి, సాధనములగు యంత్రములను శాస్త్రజ్ఞులు సృష్టింపబూనిరి.

కాక్రాఫ్టు, వాల్టను (Cockcroft and Walton) అను కేంబ్రిడ్జి శాస్త్రజ్ఞులు 20లక్షల వోల్టుల విద్యుత్తు ఒత్తిడిని (Electric potential) ఇవ్వగల యంత్రమును తయారుచేసిరి. అమెరికాలోని మెసాచుసెట్సులోనున్న ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీలోని శాస్త్ర

---

* పైన వివరించిన నూతనపదార్థముల నెట్లు గుర్తించగలిగిరని సందేహము కలుగవచ్చును. వాటిని తూకముచేసి గుర్తించలేము. కొన్ని పరమాణువులు మాత్రమే సృష్టియైనప్పటికీ, వాటిబరువు 10^{-20} గ్రాముయినప్పటికీ, వాటిని కనిపెట్టగల ఇతర సాధనములు కలవు. అందు గైగరు కౌంటరు (Geiger Counter) పరమాణువులను లెక్కించునట్టి ఒక ముఖ్య సాధనము, విల్సను మబ్బుపెట్టె (Wilson's cloud chamber) ముఖ్యమైనవి. వీటి సహాయముతో పైన వివరించిన నూతన రసవాద మందలి విషయములన్నియును తెలుసుకొన గలిగిరి.

వేత్తయగు వేన్‌డి గ్రాఫు (Van de Graff of the Massachusetts Institute of Technology) 70 లక్షల వోల్టుల యంత్రమును తయారుచేసెను. వీటివలన విద్యుత్కణములకు శక్తి ఎట్లు వృద్ధి చేయవచ్చునో తెలిసికొందము.

ఒక రేకును ధనవిద్యుత్తుతోను ఇంకొకరేకును ఋణ విద్యుత్తుతోను ఆవేశింపజేయవచ్చును. ఇట్టి రెండురేకులమధ్య విద్యుత్తుయొక్క ఒత్తిడి కొంతఉండును. ఒక బేటరీ పాజిటివును ఒక రేకుకు, నెగెటివును రెండోరేకునకు తీగలతో తగిలించినచో ఆ రెండురేకులమధ్య బేటరీయొక్క వోల్టేజి యెంతో, అంత ఒత్తిడిభేదము (Potential difference) కలుగును. బేటరీలతో వచ్చేవోల్టేజి కొన్నివోల్టులుమాత్రమే ఉండును. పైన తయారు చేసిన విద్యుద్యంత్రములతో సంబంధము కల్పించినచో విద్యుత్తు ఒత్తిడి లక్షలకొలది వోల్టులు కలుగగలదు. అట్టిరేకులమధ్య ఒక ప్రోటానును వదిలినచో అది ఋణవిద్యుదావేశముగల రేకువైపు నకు విపరీతమైన శక్తితో, వేగముతో, లాగబడును. అట్టి విపరీత చలనశక్తిగల ప్రోటానులను, డ్యూటీరానులను ఈ నూతన యంత్రసాధనములవలన తయారుచేసి వాటితో పరమాణువులను ముట్టడించిరి. ఈ పై రెండుయంత్రములలోను లక్షలకొలది వోల్టుల పొటెన్షలు కలదు. గాన ఆ యంత్రములతో పనిచేయుట చాలా ప్రమాదకరము. అందుచేత 100లక్షల వోల్టుల ఒత్తిడి భేదముగల రేకులమధ్యను ప్రోటానులను ఒక్కసారే పడునట్లు చేసి, ఒక్కసారికే 100లక్షల ఎలక్ట్రానువోల్టుల శక్తిని ప్రోటాను

లకు కలిగించుటకంటె, ఒకవేయివోల్టుల ఒత్తిడి భేదముగల అంతరములో, ప్రోటానులను 10,000 సార్లు తిరిగితిరిగి పడ నిచ్చినచో నూరులక్షల ఎలక్ట్రాను వోల్టులశక్తి ప్రోటానుకు కలుగును. ఇలా చేయుటవలన తక్కువ పొటెన్షలుగల యంత్ర ములతో ప్రమాదములేకుండ ఆ కార్యమునే సాధించుకోవచ్చును. కేలిఫోర్నియా విశ్వవిద్యాలయములోని లారెన్సుశాస్త్రజ్ఞుడు అత్యద్భుతమైన, శక్తివంతమైన, విద్యుద్యంత్రమును ఈ పద్ధతిని నిర్మించినాడు. దీనిపేరు సైక్లోట్రాను (Cyclotron). దీనిలో ప్రోటానులనే కాక, డ్యూటీరానులను, ఆల్ఫాకణములనుకూడ ఉపయోగించి వాటిని అమితమగు శక్తికలవిగా చేయవచ్చును. ఇటీవల, ఈ లారెన్సుశాస్త్రజ్ఞుడు సైక్లోట్రానును బాగామార్చి 200 M. E. V. - ఇరవైకోట్ల ఎలక్ట్రానువోల్టుల శక్తి ఉత్పత్తి చేయగల నూతనయంత్రమును నిర్మాణము చేసినాడు. దీనిని సింక్రోసైక్లోట్రాను (Synchro - Cyclotron) అందురు. ఇంత కంటె 50 రెట్లు శక్తిని — వెయ్యికోట్ల ఎలక్ట్రాను వోల్టులశక్తిని- ఇచ్చే మహత్తరమైన బెవట్రాను (Bevatron) అను విద్యుద్యంత్రమును లారెన్సు నూతనముగా నిర్మించియున్నాడు. * ఇట్టి విద్యుద్యంత్రములనుండి ప్రోటాను, డ్యుటీరానుకణములు వెడలి వచ్చునప్పుడు మొదటి 10-15 అంగుళముల మార్గము గొప్పవెలుగుతో నిండి కనబడును. మహాశక్తివంతములగు విద్యుత్కణములతో

---

* కాస్మోట్రాను (Cosmotron) అను ఇట్టిమహత్తర యంత్రమును న్యూయార్కులోని బ్రూక్‌హేవన్ నేషనల్ లేబొరేటరీలో ఈమధ్యనే నిర్మించినారు. దీనితో, శక్తినిద్రవ్యముగా మార్చయత్నించుచున్నారు.

పరమాణువులను కొట్టి బ్రద్దలుచేయుటకై ఈ యంత్రములు నిర్మింపబడినవి. అందుచేత వీటిని పరమాణు విధ్వంసక యంత్రములు (Atom - Smashers) అని అందురు.

ఈ యంత్రములలో ఉపయోగించు విద్యుత్కణములు ధనవిద్యుదావేశముకల ప్రోటాను, డ్యూటీరాను, ఆల్ఫాకణములు. విద్యుదావేశము లేదుగాన ఈయంత్రములలో న్యూట్రాను ఉపయోగ పడదు. మరియు ప్రోటాను, డ్యూటీరానులకు గల ధనవిద్యుదావేశము సమానము — ఒకేప్రమాణము కలది. ఆల్ఫాకణముయొక్క ఆవేశము రెండుప్రమాణములు కలది. ధనవిద్యుత్కణములతో ధనవిద్యుదావేశము గల పరమాణు కేంద్రకమును కొట్టునప్పుడు వికర్షణశక్తితో కేంద్రకము ధనవిద్యుత్కణములను దూరమునకు కొట్టివేయును. కేంద్రకము దగ్గరకు వెళ్లినకొద్దీ వికర్షణశక్తి పెరుగును. ఈ వికర్షణశక్తి నతిక్రమించగల శక్తిని ధనవిద్యుత్కణములకు కలుగజేసినగాని అవి, కేంద్రకమునుచేరి కొట్టలేవు. ఈవికర్షణశక్తి విద్యుత్కణము యొక్క ఆవేశమునుబట్టి యుండును. ప్రోటాను, డ్యూటీరానుల కంటె ఆల్ఫాకణముల ధనవిద్యుత్తు రెండురెట్లు. ప్రోటాను, డ్యుటీరానుల కంటె రెట్టింపుశక్తితో ఆల్ఫాకణమును కేంద్రకము గెంటివేయును. ఆల్ఫాకణముల నుపయోగించినచో ప్రోటాను, డ్యుటీరానుల నుపయోగించినప్పటికంటె రెట్టింపుశక్తి కావలసి వచ్చును. అందుచేత, సాధారణముగా ఈవిద్యుద్యంత్రములలో ప్రోటానులను, డ్యూటీరానులనే వాడుదురు. ఆల్ఫాకణముల వాడుక సకృతుగాఉండును.

3. B–రెండవ ఘట్టము :— విద్యుద్యంత్రముల సహాయమున శక్తివంతములుగా చేయబడిన ప్రోటాను, డ్యుటీరానులను ప్రయోగించి పరమాణువులను ముట్టడించుటతో ఈ రెండవ ఘట్టము ప్రారంభమైనది. ప్రకృతిసిద్ధమైన ఆల్ఫాకణములను ప్రయోగించి ముట్టడించుటతో మొదటిఘట్టము ప్రారంభమైనది. శక్తివంతములగు ప్రోటానులు, డ్యుటీరానులు కేంద్రకములలో ఎట్టినూతనమగు మార్పులను కలిగించినవో ఉదాహరణముల మూలమున తెలిసికొందాము.

(1) $_1H^1 \rightarrow {}_3Li^7 = {}_2He^4 + {}_2He^4$ ప్రోటాను తాకుడు చేత లితియము కేంద్రకము రెండు హీలియము కేంద్రకములక్రింద మారినది.

(2) $_1H^2 \rightarrow {}_3Li^6 = {}_2He^4 + {}_2He^4$ డ్యుటీరానుతాకుడు వలన లితియము రెండు హీలియము కేంద్రకముల క్రింద మారినది.

(3) $_1H^1 \rightarrow {}_5B^{11} = {}_2He^4 + {}_2He^4 + {}_2He^4$ మూడు హీలియము కేంద్రకములు పుట్టినవి - బోరాను ప్రోటానుల తాకుడునుండి.

(4) $_1H^2 \rightarrow {}_5B^{10} = {}_2He^4 + {}_2He^4 + {}_2He^4$ మూడు హీలియము కేంద్రకములు పుట్టినవి - బోరాను డ్యూటీరానుల తాకుడువలన.

(5) $_1H^2 \rightarrow {}_7N^{14} = {}_6C^{12} + {}_2He^4$ ఒక బొగ్గు కేంద్రకము, ఒకహీలియము కేంద్రకము ఉత్పత్తియైనవి.

(6) ${}_1H^1 \rightarrow {}_3Li^6 = {}_2He^4 + {}_2He^3$ ఒక బరువైన, ఒక తేలికయైన, హీలియము కేంద్రకములు పుట్టినవి.

(7) ${}_1H^2 \rightarrow {}_1H^2 = {}_2He^3 + {}_0n^1$ డ్యుటీరానులు రెండు డీకొనుటచేత న్యూట్రాను, తేలిక హీలియము కేంద్రకము పుట్టినవి.

(8) ${}_1H^2 \rightarrow {}_1H^2 = {}_1H^1 + {}_1H^3$ పైదానిలో వలెనే రెండు డ్యూటీరానులు డీకొన్నప్పుడు కొన్ని సమయములందు ప్రోటాను, దానికంటె మూడురెట్లు బరువైన, సమస్థానీయమైన ఉదజని కేంద్రకము సృష్టిఅగుచున్నవి.

A, B అను రెండుఘట్టములలో జరిగిన పరివర్తనముల లోని విశేషము లేమంటే :—

(౧) మొదటిఘట్టమందు ఆల్ఫాకణములతో పరమాణువులు కొట్టబడినవి. కొట్టబడిన పరమాణువుకంటె సృష్టియైన పరమాణువు బరువుగా ఉండెను. రెండవ ఘట్టమందు ప్రోటాను, డ్యూటీరానులతో పరమాణువులు కొట్టబడ్డవి. ఇందు సృష్టియైన పరమాణువు తేలికదై యుండెను.

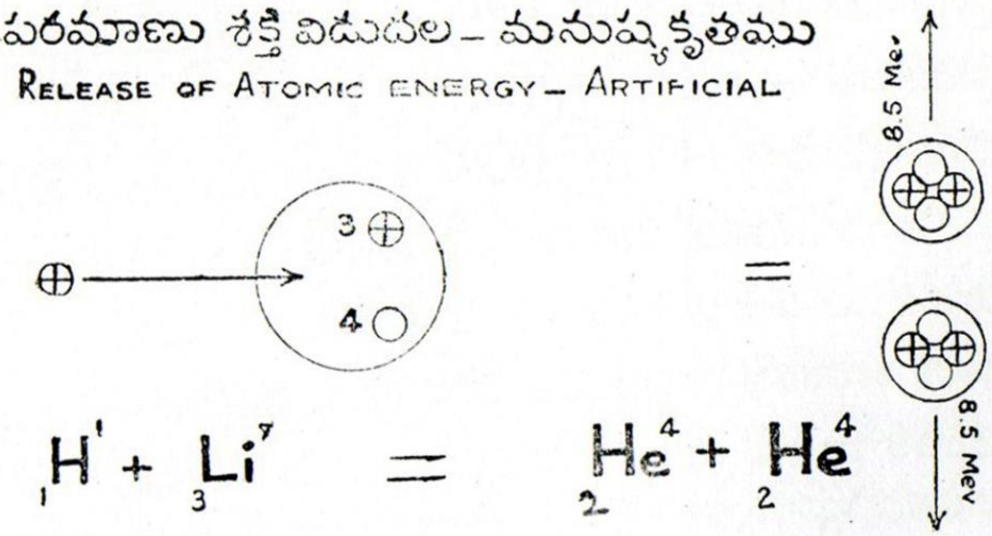
(౨) ఆల్ఫాకణములతో ముట్టడించినప్పుడు ప్రోటాను, న్యూట్రాను కణములు నూతనముగా గుర్తింపబడినవి. ప్రోటాను, డ్యూటీరానుల ముట్టడిలో తేలిక హీలియము, బరువైన ఉదజని నూతనముగా గుర్తింపబడినవి.

(౩) ఆల్ఫాకణములు, యురేనియము మొదలగు పదార్థములనుండి సహజముగా పుట్టిన విద్యుత్కణములు. మనుష్యకృతములు కావు. రెండవఘట్టమందలి విద్యుత్కణములు — ప్రోటాను, డ్యుటీరానులు - కేవలము మనుష్యప్రయత్నమువలన ప్రయోగశాలలయందు కృత్రిమముగా తయారుచేయబడినవి. ఇవి పరమాణు విధ్వంసకయంత్రములవలన శక్తివంతములు చేయబడి ప్రయోగింపబడినవి. వీటివలన కలిగిన పరమాణు పరివర్తనమును నూటికి నూరుపాళ్లు కృత్రిమపరివర్తనమని చెప్పవలెను. అందుచేతనే ఈరెండవ ఘట్టమందలి పరివర్తనలు వెల్లడికాగానే ప్రపంచమందలి వార్తాపత్రికలలో గొప్పసంచలనము కలిగినది.

(౪) ఈ రెండువిధములగు పరివర్తనములలోను,పరమాణు పరివర్తనతోపాటు, విపరీతమగు శక్తి విడుదలయైనది. రెండవ ఘట్టమందు విడుదలయైనశక్తులు మరీహెచ్చైనవి. రెండవ ఘట్టములోని మొదటిపరివర్తనలో 17, M. e. v. శక్తి విడుదలయైనది. 8.5 M. e. v. శక్తితో ఒక హీలియము కేంద్రకము ఒకవైపునకు, అంతేశక్తిగల ఇంకొక హీలియము కేంద్రకము రెండవవైపునకు ఎగిరిపోయినట్లు ప్రయోగములవలన కనిపెట్టిరి. ఇది 10 వ పటమున సూచింపబడినది. ఇట్లే ఇతరమార్పులలో పుట్టిన శక్తినికూడ లెక్కించిరి.

(౫) ఇంతింతశక్తులు పరమాణువులనుండి ఎట్లుత్పత్తియగుచున్నవో, అందలి విశేషమేమో తెలిసికొనుటకై 10 వ పటమున చూపబడిన సమీకరణమును పరీక్షింతము. ఎడమ

వైపున కల పదార్థములయొక్క బరువుల మొత్తము, కుడివైపున పుట్టిన పదార్థములయొక్క బరువుల మొత్తమునకు సరిపోవుట,



పటము. 10.

సాధారణముగా రసాయనిక సమీకరణములలో సూత్రప్రాయముగా గమనించే విషయము. ఈ పరమాణు పరివర్తనయందు రసాయనికసమీకరణములలోవలె ద్రవ్యసమానసూత్రము సిద్ధించుచున్నదేమో చూతము.

$_3Li^7 + _1H^1 = _2He^4 + _2He^4$, వీటి తారతమ్య భారములను కలిపిచూతము.

$7.018 + 1.0076 = 8.0256$ ఇది ఎడమవైపునగల ద్రవ్యము యొక్క మొత్తము.

$4.0039 + .40039 = 8.0078$ ఇది కుడివైపునగల ద్రవ్యము యొక్క మొత్తము.

$0.0178 \times 1.649 \times 10^{-24}$ గ్రాము. * ఇదిచాలా తక్కువయైన ద్రవ్యరాశే. ఐనను ఇదిమాత్రము ఎందుకు కనబడకుండ ఉండవలెను ? ద్రవ్యపరిమాణ నిత్యత్వసూత్రము సమన్వయ మగుట లేదని తేలినది. ఇంక ఈనూతన రసాయనిక మార్పులలో శక్తి పరిమాణ నిత్యత్వసూత్రము సమన్వయమగుచున్నదేమోచూతము. ఈ సమీకరణమందు రెండువైపులను కలశక్తులను సరిచూతము. పరమాణు విధ్వంసకయంత్రమునుండి వెలువడిన ప్రోటానుయొక్క శక్తి 0.25 M. e. v. అని లెక్కించినారు. ఇట్లే కుడివైపునపుట్టిన హీలియము కేంద్రకముల రెండింటి శక్తి 17 M.e. v. లని శాస్త్రజ్ఞులు లెక్కించినారు. అందుచేత ఎడమవైపున ఉన్న శక్తికంటె కుడివైపున 17.0–0.25=16.75 M. e. v. ల శక్తి అధికముగా ఉత్పత్తియైనది. శక్తిపరిమాణ నిత్యత్వసూత్రముకూడ, ఈనూతన రసవాద సమీకరణములో, సమన్వయమగుటలేదు. ఎక్కడనుంచో, ఏలాగునో 16.75 M. e. v. ల శక్తి పుట్టుకువచ్చినది. శక్తి దానంతట అది ఎలాపుట్టగలదు ? ఈపరిశీలనలో మొత్తముమీద బైలుదేరిన ప్రశ్నలురెండు. ఎడమవైపుననున్న ద్రవ్యరాశిలో కొంత ఎలామాయమైనది ? ఎడమవైపునలేని శక్తి కుడివైపున

---

* హైడ్రజను పరమాణువుయొక్క తారతమ్య భారము 1.00812 ప్రమాణములు (యూనిట్లు.)

హైడ్రజను పరమాణువుయొక్క ద్రవ్యరాశి 1.663×10^{-24} గ్రాము.

1.00812 తారతమ్య భారముయొక్క ద్రవ్యరాశి 1.663×10^{-24} గ్రాము.

1.000 తారతమ్య భారముయొక్క ద్రవ్యరాశి $\dfrac{1.663 \times 10^{-24}}{1.00812} =$

1.649×10^{-24} గ్రాము.

0.0178 తారతమ్యభారముయొక్క ,, $0.0178 \times 1.649 \times 10^{-24}$ గ్రాము.

ఎలాసృష్టియైనది ? ఈ రెండింటికి సంబంధమున్నదేమో యని శాస్త్రజ్ఞులు ఆలోచనలు చేసినారు. 1905 లో, సాపేక్షవాదమును (Theory of Relativity) ప్రవేశపెట్టిన ఆల్బర్టు ఐన్‌స్టయిను (Albert Einstein) ప్రతిపాదించిన ఒకమూలసూత్రము ఈ శాస్త్రజ్ఞులకు శరణ్యమైనది. ఇది ద్రవ్యముయొక్క, శక్తియొక్క, అవినాభావమును, సమానత్వమును నిరూపించుచున్నది. ఈసూత్రమును $E = {}^*mc^2$ అను సమీకరణ రూపమున వ్రాయుదురు. ఇందు E, ఎర్గుల మానములో లెక్కించిన శక్తియొక్క కొలత. m, గ్రాములలో కొలిచినద్రవ్యము; c, వెలుతురుయొక్క వేగము. ఇది 3×10^{10} సెంటిమీటరు - సెకన్లు. m, గ్రాముల ద్రవ్యము హరించినచో mc^2 ఎర్గుల శక్తి పుట్టునని ఈసమీకరణము చెప్పుచున్నది. ఈసూత్రానుసారము ఎడమవైపున హరించినద్రవ్యమును శక్తిక్రింద మార్చిచూచినారు.

$$E = mc^2 = (0.0178 \times 1.649 \times 10^{-24}) \times (3 \times 10^{10})^2$$
$$= 0.0178 \times 1.649 \times 10^{-24} \times 9 \times 10^{20} \text{ ఎర్గులు}$$
$$= 0.0178 \times 1.649 \times 9 \times 10^{-4} \text{ ఎర్గులు}$$

1.59×10^{-6} ఎర్గు, ఒకమిలియను ఎలక్ట్రాను వోల్టులకు సమానము. అందుచేత ఈశక్తిని M. e. v ల లోకి మార్చినచో

$$E = \frac{0.0178 \times 1.649 \times 9 \times 10^{-4}}{1.59 \times 10^{-6}} = \underline{16.63 \text{ M. e. v.}}$$

---

* ఒక తారతమ్య భారముగల ద్రవ్యరాశి $= 1.649 \times 10^{-24}$ గ్రాము

$= 1.649 \times 10^{-24} \times 9 \times 10^{20}$ ఎర్గులు

$= \dfrac{1.649 \times 10^{-4} \times 9}{1.59 \times 10^{-6}} = 933$ M. e. v.

ఇది కుడివైపున సృష్టియైన 16.75 M. e. v. ల శక్తికి రమారమీగా సమానము. దీనినిబట్టి ఈపరివర్తనములో ఎడమ వైపున ఉన్న ద్రవ్యములో కొంతభాగము రూపాంతరమును పొంది శక్తిగా మారినదని స్పష్టమైనది. ద్రవ్యనిత్యత్వసూత్రమును, శక్తి నిత్యత్వసూత్రమును వేరువేరుగా అన్వయించ రాదనియు రెంటినిచేర్చి అన్వయించవలె ననియు – అనగా, ద్రవ్యశక్తుల మొత్తపు పరిమాణము నిత్యముగా ఉండునని చెప్పవలసియున్నది. దీనిని ద్రవ్యశక్తులమొత్తపు పరిమాణ నిత్యత్వసూత్రమని చెప్పవచ్చును. (The Principle of the Conservation of Mass and Energy together)

ఈ సూత్రమునుబట్టి బొగ్గుకాలుట మొదలగు రసాయనిక మార్పులలోకూడ బొగ్గులోని కొంతద్రవ్యలేశము మాయమై, వేడి, వెలుతురు స్వరూపములతో శక్తి పుట్టుచున్నదని తెలిసికోవలసియున్నది.

ఐతే, రసాయనికమార్పులలో కలిగేశక్తి, నవీనరసాయనిక మార్పులలో కలిగే శక్తికంటె సుమారు పదిలక్షలరెట్లు తక్కువ కనుక, రసాయనిక మార్పులలో హరించే ద్రవ్యము కూడ పదిలక్షోభాగముమాత్రమే ఉండును. అందుచేత లెక్కించ తగినదికాదని వదిలివేయుచున్నాము.

4. మానవకృతరేడియో ఏక్టివిటీ (Artificial Radio-activity). ఇదివరకు ఉదహరించిన మానవకృత పరమాణుపరివర్తనములన్నియును, నూతనములు, అద్భుతములు. మరియు ప్రకృతి

ఇది కుడివైపున సృష్టియైన 16.75 M. e. v. ల శక్తికి రమారమీగా సమానము. దీనినిబట్టి ఈపరివర్తనములో ఎడమవైపున ఉన్న ద్రవ్యములో కొంతభాగము రూపాంతరమును పొంది శక్తిగా మారినదని స్పష్టమైనది. ద్రవ్యనిత్యత్వసూత్రమును, శక్తి నిత్యత్వసూత్రమును వేరువేరుగా అన్వయించరాదనియు రెంటినిచేర్చి అన్వయించవలె ననియు - అనగా, ద్రవ్యశక్తుల మొత్తపు పరిమాణము నిత్యముగా ఉండునని చెప్పవలసియున్నది. దీనిని ద్రవ్యశక్తులమొత్తపు పరిమాణ నిత్యత్వసూత్రమని చెప్పవచ్చును. (The Principle of the Conservation of Mass and Energy together)

ఈ సూత్రమునుబట్టి బొగ్గుకాలుట మొదలగు రసాయనిక మార్పులలోకూడ బొగ్గులోని కొంతద్రవ్యలేశము మాయమై, వేడి, వెలుతురు స్వరూపములతో శక్తి పుట్టుచున్నదని తెలిసికోవలసియున్నది.

ఐతే, రసాయనికమార్పులలో కలిగేశక్తి, నవీనరసాయనిక మార్పులలో కలిగే శక్తికంటె సుమారు పదిలక్షలరెట్లు తక్కువ కనుక, రసాయనిక మార్పులలో హరించే ద్రవ్యముకూడ పదిలక్షోభాగముమాత్రమే ఉండును. అందుచేత లెక్కించతగినదికాదని వదిలివేయుచున్నాము.

4. మానవకృతరేడియో ఏక్టివిటీ (Artificial Radio-activity). ఇదివరకు ఉదహరించిన మానవకృత పరమాణుపరివర్తనములన్నియును, నూతనములు, అద్భుతములు. మరియు ప్రకృతి

లోని సృష్టికి ప్రతిసృష్టి మనుష్యుడు చేయగలడని నిరూపించినవి. ఈ పరివర్తనలలో సృష్టియైన పరమాణు కేంద్రకములన్నియును స్థిరమైనవి. రేడియో ఏక్టివు పరమాణువులవలె అస్థిరములు కావు. కాని, ధనవిద్యుదావేశములగు కణములచేత పరమాణు కేంద్రకములను ముట్టడించగా కలిగే మార్పులలో అస్థిరకేంద్రకములుమాత్ర మేలపుట్టకూడదని, పేరిసులోని సుప్రసిద్ధశాస్త్రజ్ఞులగు జోలియోదంపతులు పరిశోధనలను చేసిరి. పొలోనియమునుండి వెలువడు ఆల్ఫాకణములతో ఎల్యూమినియమును ముట్టడించగా పోజిట్రానుకణములు పుట్టునని, 1934 లో, వారు కనిపెట్టిరి. విశేషమేమంటే, ఆల్ఫాకణప్రయోగము మానినతరువాత కూడ ఎల్యూమినియమునుండి పోజిట్రానులు వచ్చుచునే యుండెను. ఇదివర కెన్నడును ఇట్టిది జరుగలేదు. దీనినిబట్టి ఈ ముట్టడిలో కొన్ని ఎల్యూమినియము పరమాణువులు రేడియో ఏక్టివు పరమాణువులుగా మారి, వాటి కేంద్రకములు అస్థిరములగుటచేత, రేడియో ఏక్టివిటీధర్మమును చూపి, పోజిట్రాను కణములను విసర్జించజొచ్చినవని నిశ్చయింపబడినది. మరియు, ఈ రేడియో ఏక్టివిటీ క్రమముగా తగ్గి 3.25 నిమిషములలో పోజిట్రానుల విడుదల రేటు సగమైపోయినది. ఈ సంఘటనలో జరిగిన మార్పులు క్రిందసూచింపబడినవి.

(1) ${}_{13}Al^{27} + {}_{2}He^{4} = {}_{15}P^{30} + {}_{0}n^{1}$ ఇది మొదటిమార్పు.

${}_{15}P^{30} \rightarrow {}_{14}Si^{30} + {}_{+1}e^{0}$ ఇది రెండవమార్పు.

మొదటిమార్పులో నూతనమును, అస్థిరమునగు భాస్వర ఏకస్థానీయము సృష్టియై ఒక న్యూట్రానుకూడ వెలువడినది. ఈ అస్థిరకేంద్రక భాస్వరమే రేడియో ఏక్టివు భాస్వరము. ఇది ఒక పోజిట్రానును వదలి స్థిరమైన సిలికాను కేంద్రకముగా మారి పోవును. ఈప్రయోగములవలన, జోలియో దంపతులు, కృత్రిమ ముగా రేడియోఏక్టివు పరమాణువులను సృష్టించవచ్చును అను విషయమును మొట్టమొదట కనిపెట్టిరి * ఇట్టివే మరికొన్ని మార్పులను పరిశీలించుడు.

(2) $_{12}Mg^{24} + _{2}He^{4} = _{14}Si^{27} + _{0}n^{1}$, రేడియో ఏక్టివు సిలికాను పుట్టినది.

$_{14}Si^{27} \rightarrow _{13}Al^{27} + _{+1}e^{0}$, ఒక పోజిట్రానును విడిచి అల్యూమినియము స్థిర కేంద్రకముగా మారిపోయినది.

(3) $_{5}B^{10} + _{2}He^{4} = _{7}N^{13} + _{0}n^{1}$, $_{7}N^{13}$ = రేడియో ఏక్టివు నైట్రొజను

$_{7}N^{13} \rightarrow _{6}C^{13} + _{+1}e^{0}$, $_{6}C^{13}$- స్థిర కేంద్రకము కల బొగ్గు ఏకస్థానీయము.

---

* ప్రకృతిసిద్ధములైన రేడియో ఏక్టివు మూలపదార్థములలో అన్నిటికంటె శక్తివంతమైన రేడియమును క్యూరీదంపతులు కనిపెట్టి, నోబెలు బహుమానమును (Nobel Prize) పొందిరి. వీరికూతురు, అల్లుడు అగు జోలియోదంపతులు, కృత్రిమ రేడియో ఏక్టివిటీని కనిపెట్టి, నోబెలు బహుమానమును పొందిరి. ఈ సామ్యములో ఒక చిత్రము, ఆనందము ఉన్నదని తోచకమానదు.

V

కేంద్రకచ్ఛేదనము (Nuclear Fission)

ఆల్ఫా, ప్రోటాన్, డ్యుటీరాన్ కణములతో ముట్టడించి కొట్టుటచేత, సంభవించు నవీనరసాయనశాస్త్ర విశేషముల నింత వరకు వివరించడమైనది. ఈమూడున్నూ ధనవిద్యుదావేశముకలవే. పరమాణువులలో నిరాఘాటముగా ప్రవేశించుటకు, వీటికి రెండు ఆటంకములు కలవు. కేంద్రకమును చుట్టితిరుగు ఎలక్ట్రానులను ఛేదించుకుని వెళ్లుట మొదటిఆటంకము. ఎలక్ట్రానులు ఋణవిద్యుదావేశితములగుటచేత, లోనికి చొరుచుకునిపోవునట్టి ధనవిద్యుత్కణముల నాకర్షించి, వాటి శక్తిని కొంత తగ్గించును. తరువాత, ధనవిద్యుత్తుతో ఆవేశింపబడియున్న కేంద్రకము ఈ ధనవిద్యుత్కణములను వికర్షణశక్తితో అడ్డగించును. కేంద్రకము దగ్గరకు వచ్చినకొలది ఈవికర్షణశక్తి ఎక్కువగును. కేంద్రకము బరువైనదైనకొలది - అనగా పరమాణుసంఖ్య పెద్దదైనకొలది - ధనవిద్యుదావేశము, చుట్టితిరుగు ఎలక్ట్రానులసంఖ్య పెరుగుచుండును గాన, ఈ రెండుఆటంకములయొక్క శక్తి క్రమముగా పెరుగును. అందుచేతనే సైక్లోట్రాను యంత్రసహాయమున ధనవిద్యుత్కణములను శక్తివంతములుచేసి ప్రయోగించుట అవసరమైనది. శక్తివంతములగు ధనవిద్యుత్కణముల ప్రయోగముచేత, పరమాణుపట్టీలోని మొదటి 10 - 15 కేంద్రకములనుమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులు సాధింపగలిగిరి. అంతకంటె బరువగు కేంద్రకములను సాధించుటకు యంత్రశక్తి ఇంకను కావలసి వచ్చినది. కేంద్రకముల బరువు పెరిగినకొలది యంత్రశక్తిని

బాగా వృద్ధి చేయుచుండవలెనని తేలినది. అంత విపరీతశక్తిగల యంత్రములను సృష్టించుట సాధారణవిషయము కాకపోయినది. మరియు, ఇట్టి ధనవిద్యుత్కణ ప్రయోగమువలన ఎంతశక్తిని ఖర్చుపెట్టుచున్నాము, దాని ఫలితముగా పరమాణుకేంద్రకము నుండి ఎంతశక్తిలభించుచున్నది, అను విషయములగురించి ఆలోచింతము. కొన్నిలక్షల కణములను ప్రయోగించినచో అందులో ఒక్కటిమాత్రమే పరమాణు కేంద్రకమునకు తగిలి దానిని పరివర్తనచేయుచున్నది. దానివలన పరమాణుశక్తి కొంత వెలువడుచున్నది. ఇట్లు విడుదలయే శక్తి, ప్రయోగింపబడిన లక్షలకొలది కణములయొక్క శక్తికంటె, ఎన్నోవేలరెట్లు తక్కువగా ఉండును. అందుచేత ఖర్చుపెట్టేశక్తిఎక్కువ, జమకు వచ్చేశక్తి తక్కువ అగుటచే పరమాణువులనుండి శక్తిని సంపాదించుట కీమార్గము కేవలము నిష్ప్రయోజనమని నిర్ధారణయైనది. ఇట్టిస్థితిలో, 1932లో, న్యూట్రానుకణములు కనిపెట్టబడినవి. వాటికి విద్యుదావేశములేదు. వీటిని ప్రయోగించినచో ధనవిద్యుత్కణములకుగల ఆటంకములుండవు. అందుచేత బరువైన పరమాణువులను వీటితో సాధించవచ్చును, అను అభిప్రాయము శాస్త్రజ్ఞులకు కలిగినది. — పరమాణుకేంద్రకమును చుట్టియున్న ఎలక్ట్రానులు న్యూట్రానులను ఆకర్షించి అభ్యంతరము కలిగించవు; కేంద్రకముయొక్క ధనవిద్యుదావేశ మెంతైనను న్యూట్రానులు త్రోసివేయబడవు. అందుచేత న్యూట్రానులు పరమాణువులను నిరాటంకముగా చొరుచుకొని పోగలవు. కనుక విద్యుదావేశము

లగు కణములకంటె న్యూట్రానులే కేంద్రకములను సాధించు టలో అత్యుత్తమములగు సాధనములైనవి.

న్యూట్రానుకణముల నెట్లుపయోగింతురో, వాటిని ప్రయోగించుటవలన తెలుసుకొన్న విశేషములేవో చూతము. రేడియము నుండి వెలువడు ఆల్ఫాకణములతో బెరిలియము కేంద్రకమును ముట్టడించుటచేత న్యూట్రానులుద్భవ మగునని ఇదివరలో తెలిసికొంటిమి. రేడియము అత్యంతవిలువైన, అపురూపమైనలోహము. దానినుపయోగించకుండ వేరువిధమున న్యూట్రానులను సృష్టించుటకై ప్రయత్నించి సాధించిరి. సైక్లోట్రానునుండి వెలువడు శక్తివంతములగు డ్యూటీరానులతో బెరిలియమును ముట్టడించిరి. బెరిలియము, బోరానుగా మారును, న్యూట్రానుపుట్టును. ఈలాగున

$$_{4}Be^{9} + {_1}H^{2} = {_5}B^{10} + {_0}n^{1}$$

కలిగిన న్యూట్రానులు 5·6 M. e. v. ల శక్తి కలిగి అతివేగము కలవై యుండును. వీటితో పరమాణువులను ముట్టడించగా నిరాఘాటముగా అవి లోనికి ప్రవేశించి పరమాణువులను దూసుకుని బైటకుపోవుటయేగాని కేంద్రకములో మార్పుకలిగించలేదు. కారణమేమని విచారించి, వేగము తగ్గినతరువాతగాని న్యూట్రానులు, కేంద్రకములో మార్పులు కలిగించవని తెలిసికున్నారు. హైడ్రజను వంటి తేలికపదార్థములగుండా పోనిచ్చినచో న్యూట్రానులవేగము బాగా తగ్గగలదని తెలిసికున్నారు. అట్లు వేగము తగ్గింపబడిన న్యూట్రానులు, పరమాణుకేంద్రకములో ప్రవేశించగానే, కేంద్రకమందలి ప్రోటానులలో, న్యూట్రానులలో, ఒక అలజడి కలుగును.

కేంద్రక నిర్మాణముయొక్క నిలకడకు (Equilibrium) భంగము కలిగి కేంద్రకములో మార్పుపుట్టును. ఈ మార్పులో స్థిరములు, అస్థిరములుయైన నూతనకేంద్రకములు సృష్టియగును. సాధారణముగా అస్థిరకేంద్రకములేపుట్టును. అవికొన్ని ఎలక్ట్రానులను విసర్జించి స్థిరమగు ఇతరకేంద్రకములుగా పరివర్తనమగును. ఈ పరిశోధనలను 1934 లో ప్రారంభించి, కొనసాగించినవాడు, ఇటలీ దేశస్థుడును, గొప్ప కేంద్రక శాస్త్రపరిజ్ఞాతయు నగు * ఎన్రికో ఫెర్మి. ఇతనుచేసిన వివిధప్రయోగముల ఫలితము లీక్రింద సూచింపబడినవి.

1. (i) ${}_{6}C^{12} + {}_{0}n^{1} = {}_{6}C^{13}$ – సాధారణ బొగ్గుకేంద్రకము బరువైన, స్థిరమైన ఏక స్థానీయమగు ఇంకొకబొగ్గు కేంద్రకముగా మారినది.

(ii) ${}_{26}Fe^{56} + {}_{0}n^{1} = {}_{26}Fe^{57}$ – స్థిరమైన సాధారణ ఇనుముకేంద్రకము, బరువైన, స్థిరమైన ఇంకొకఇనుము కేంద్రకముగా మారినది.

2. (i) ${}_{16}S^{32} + {}_{0}n^{1} = {}_{15}P^{32} + {}_{1}H^{1} +$ గామా కిరణము. గంధకకేంద్రకము రేడియో ఏక్టివు భాస్వర కేంద్రకముగా మారి, ఒకప్రోటాను, గామాకిరణము వెలువడినవి.

$${}_{15}P^{32} \rightarrow {}_{16}S^{32} + {}_{-1}e^{0}$$ (ఎలక్ట్రాను)

* ఈ పరిశోధనలు చేసినందులకు ఇతనికి 1938 లో నోబెలు బహుమాన మీయబడినది.

న్యూట్రాను ముట్టడి ఆగినతరువాతకూడ ఈ అస్థిర భాస్వరము ఎలక్ట్రానులను విడిచిపెట్టి స్థిరమగు గంధకపుకేంద్రకముగా యథాపూర్వపు స్వరూపమును తాల్చును. ఇందలి రేడియోఏక్టివు భాస్వరము ఇదివరలో గుర్తించిన ${}_{15}P^{30}$ భాస్వరముకంటె బరువైన ఏకస్థానీయము.

(ii) ${}_{11}Na^{23} + {}_{0}n^{1} = {}_{11}Na^{24} +$ గామాకిరణము;

$({}_{11}Na^{24} =$ రేడియోఏక్టివు సోడియము.)

${}_{11}Na^{24} \rightarrow {}_{12}Mg^{24} + {}_{-1}e^{0}$, ఎలక్ట్రాను విడుదలై స్థిరమగు మెగ్నీషియముగా మారును.

ఈ పరివర్తనము 11 వ పటమున చిత్రింపబడినది.

(iii) ${}_{25}Mn^{55} + {}_{0}n^{1} = {}_{25}Mn^{56} +$ గామాకిరణము;

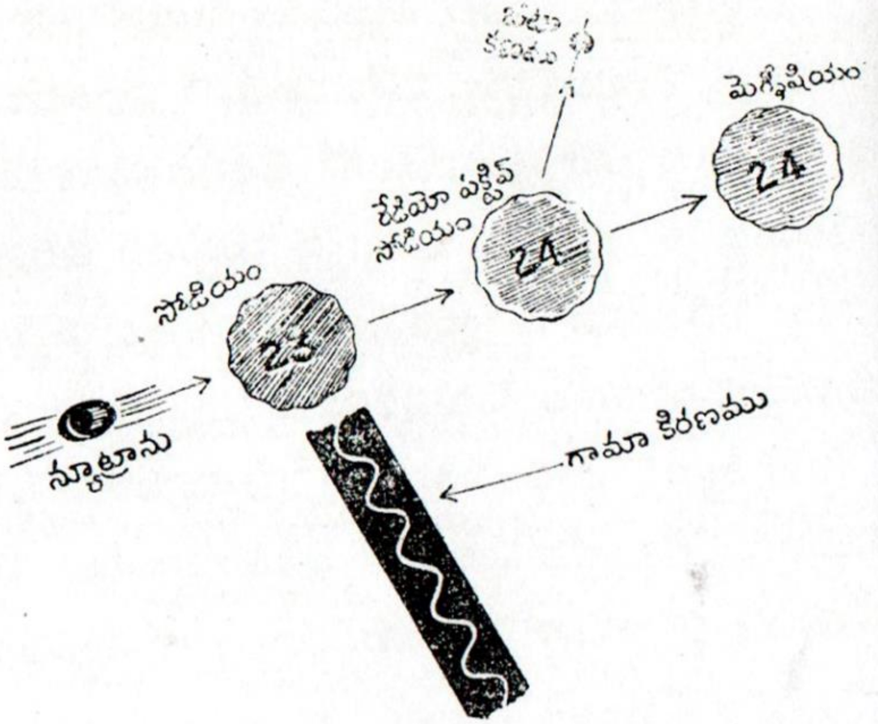
$({}_{25}Mn^{56} =$ రేడియోఏక్టివు మాంగనీసు)

${}_{25}Mn^{56} \rightarrow {}_{26}Fe^{56} + {}_{-1}e^{0}$. ఎలక్ట్రానును విసర్జించి, స్థిరమగు ఇనుముగామారును.

రేడియోఏక్టివు సోడియముయొక్క అర్ధాయుర్దాయకాలము 15 గంటలు, మాంగనీసుకు రెండున్నరగంటలు.

ఇట్లే, న్యూట్రానుల ముట్టడిచేత ఎన్నో స్థిరమైన మూలపదార్థ కేంద్రకములనుండి ఇతరములగు రేడియోఏక్టివు కేంద్రకములను ఫెర్మి సృష్టించినాడు. అందు కొన్నిటికి అర్ధాయుర్దాయ కాలములు చాలా దీర్ఘములు. రేడియోఏక్టివు గంధకమునకు

88 దినములు, కోబాల్టుకు ఐదేండ్ల నాలుగుమాసములు. రేడియో ఏక్టివు బొగ్గుకు సుమారు ఆరువేలఏండ్లు.



పటము. 11.

ఫెర్మిచే ముట్టడింపబడిన పరమాణువులన్నియును పరివర్తనానంతరమున రేడియోఏక్టివిటీ ధర్మమును చూపునప్పుడు ఎలక్ట్రానులను విసర్జించును. వీటిని ఫెర్మీ మూలపదార్థములందురు (Fermi elements). జోలియోదంపతులచే ముట్టడింపబడిన మూలపదార్థములు, రేడియో ఏక్టివు ధర్మమందు పోజిట్రాను లను విసర్జించును. వీటిని క్యూరీమూలపదార్థములు (Curie elements) అందురు. ఫెర్మిప్రభృతులు బరువైన పరమాణువు లను న్యూట్రానులతో ముట్టడించి స్థిరములు, అస్థిరములు అగు సమస్థానీయ, కేంద్రకములెన్నో కనిపెట్టినారు.

3. ఫెర్మీమూలపదార్థములు న్యూట్రానులచే ముట్టడింపబడినప్పుడు రేడియోయాక్టివు పరమాణువులుగా మారి, ఎలక్ట్రానులను విసర్జించి, ఒక పరమాణుసంఖ్య ఎక్కువగల ఇతర పరమాణువులుగా మారును. ఈసామ్యమునుబట్టి, అన్నిపరమాణువులకంటె బరువగు 92 వ పరమాణు సంఖ్యగల యురేనియమును న్యూట్రానులతో ముట్టడించినచో ఇదివరకు సృష్టిలోలేని 93 పరమాణు సంఖ్యగల మూలపదార్థము ఏలసృష్టికాకూడదు అని ఆలోచించి 1935 లో ప్రయోగములను సలిపి అద్భుతములైన విషయములను ఫెర్మీ కనిపెట్టినాడు.

(i) ${}_{92}U^{238} + {}_{0}n^{1} = {}_{92}U^{239} +$ గామాకిరణము. యురేనియము ఏకస్థానీయ కేంద్రకము పుట్టినది.

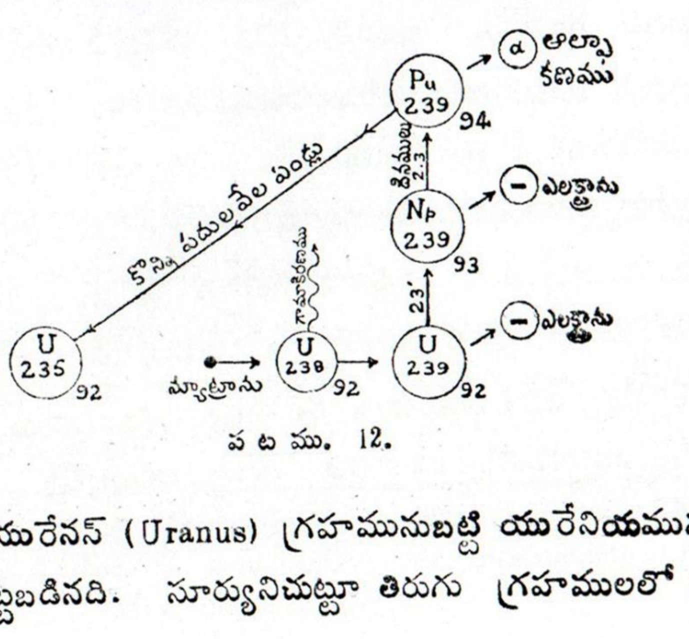
(ii) ${}_{92}U^{239} \rightarrow {}_{93}Np^{239} + {}_{-1}e^{0}$ అస్థిరకేంద్రకముగల ఈయురేనియము ఒక ఎలక్ట్రానును విసర్జించుటచేత 93 పరమాణు సంఖ్యగల నెప్ట్యూనియము అను నూతనరేడియోఏక్టివు మూలపదార్థము సృష్టియైనది.

(iii) ${}_{93}Np^{239} \rightarrow {}_{94}Pu^{239} + {}_{-1}e^{0}$ ఈ నెప్ట్యూనియము (Neptunium) ఒక ఎలక్ట్రానును విసర్జించి 94 పరమాణు సంఖ్యగల ప్లూటోనియము (Plutonium) అను మరియొక నూతన రేడియోఏక్టివు మూలపదార్థముగా మారును.

ఫెర్మి ప్రయోగముల వలన యురేనియము కేంద్రకములో క్రమముగా కలిగిన మార్పులు, పైమూడు సమీకరణములలో చూపబడినవి. వీటిని రసవాదసమీకరణములందురు (Alchemical equations). U^{239} యొక్క అర్ధాయుర్దాయకాలము 23 నిముషములు. నెప్ట్యూనియమునకు 2.3 దినములు. ప్లూటోనియమునకు కొన్ని పదివేల సంవత్సరములు. అందుచేత మొదటి రెండు మార్పులు త్వరగా జరుగును. ప్లూటోనియములో సగము, వేరు పదార్థముగా మారుటకు చిరకాలము పట్టును. అదికూడ రేడియో ఏక్టివు, అస్థిర కేంద్రకము కలదేగాన, క్రమముగా ఆల్ఫాకణములను వదలివదలి కాలానుక్రమమున తేలిక యురేనియముగా పూర్తిగా మారిపోవును.

Pu (iv) ${}_{94}Pu^{239} \rightarrow {}_{92}U^{235} + {}_{2}He^{4}$

ఈ నాలుగు మార్పులును 12 వ పటమున చూపబడినవి.



పటము. 12.

యురేనస్ (Uranus) గ్రహమునుబట్టి యురేనియమునకు పేరు పెట్టబడినది. సూర్యునిచుట్టూ తిరుగు గ్రహములలో శని

గ్రహముకంటె దూరముగా ఉండి, కంటికి కనపడనటువంటి మూడుగ్రహములు వరుసగా యురేనస్, నెప్ట్యూన్ (Neptune) ప్లూటో (Pluto) అనునవి; అందుచేత యురేనియము స్థానమును దాటిన 93, 94 పరమాణుసంఖ్యలుగల మూలపదార్థములకు క్రమముగా నెప్ట్యూనియము, ప్లూటోనియము అని పేర్లుపెట్టిరి. పరమాణుపట్టీలో 92 స్థానమును దాటినవాటిని యురేనియము తరువాతి (Trans-uranuim) మూలపదార్థములందురు. ఇవి సృష్ట్యాదిలో భూమిలోఉండియుండును. ప్లూటోనియము అర్ధాయుర్దాయము కొన్నివేల సంవత్సరములైనను, భూమిసృష్టియై ఎన్నోకోట్ల సంవత్సరములై యుండుటచేత, ఇంతకు పూర్వమెన్నడో ప్లూటోనియమంతయు తేలికయురేనియము, U-235,గా మారిపోయియుండును. ఇట్లేమరికొన్ని కోట్ల సంవత్సరములు గడచినచో యురేనియమంతయు అంతరించిపోయి సీసము మిగిలియుండును. ఇందలి, గొప్ప విశేషమేమంటే ఎన్నడో సృష్టిలోనుండి నశించిపోయి నటువంటి యురేనియము నకు పితామహుడైన ప్లూటోనియమును, ఫెర్మియను మానవబ్రహ్మ పునఃసృష్టిచేసి చూపించినాడు. ఇది అద్భుతమైనకార్యము. ఇట్లే యురేనియమునకు ప్రపితామహుడైన 95 సంఖ్యగల మూలపదార్థమునూ, ప్లూటోనియమునకు పితామహుడనదగు 96 సంఖ్యగల మూలపదార్థమునుకూడ ఈ మధ్య సృష్టించినారు. నాలుగు కోట్ల ఎలక్ట్రానువోల్టులశక్తిగల ఆల్ఫాకణములచేత యురేనియమును, ప్లూటోనియమును ఘుట్టడించుటవలన 95, 96 సంఖ్యలుగల

పరమాణువులు సృష్టింపబడినవి. అమెరికాపేరునుబట్టి అమెరిసియమని (Americium) మేరీక్యూరీపేరునుబట్టి క్యూరియము (Curium) అని వీటికి వరుసగా పేర్లు పెట్టిరి. మొన్ననీమధ్యనే 97, 98, 99, 100 సంఖ్యలుగల పరమాణువులనుకూడ సృష్టించినారు! మొదటిరెంటికి బెర్కెలియము, కేలిఫోర్నియము అను పేర్లుపెట్టిరి.

4. న్యూట్రానులతో యురేనియమును ముట్టడించినప్పుడు పుట్టిన నూతనపదార్థములలో నెప్ట్యూనియము, ప్లూటోనియములతోపాటు ఇతరరేడియో ఏక్టివు పరమాణువులున్నట్లు ఫెర్మి గుర్తించినాడు. కాని అవి ఇట్టివి యని నిర్ణయించలేకపోయినాడు. ప్యారిసులో జోలియోదంపతులు, బెర్లినులో ఆట్టోహాన్, స్ట్రాస్‌మన్ శాస్త్రజ్ఞులు ఈప్రయోగములను 1938 వరకు కొనసాగించిరి. వాటిఫలితముగా రేడియముతో సమస్థానీయమగు రేడియో ఏక్టివు పరమాణువొకటి ఉత్పత్తి యగుచున్నదని అనుమానించబడినది. 92 పరమాణుసంఖ్యగల యురేనియము 88 పరమాణుసంఖ్యగల రేడియముగా. మారుటకు. 4 సంఖ్యలు తగ్గవలెను. ఒక్క ఆల్ఫాకణము విసర్జించినచో సంఖ్య 2 తగ్గును. అందుచేత రెండు ఆల్ఫాకణములు విసర్జింపబడవలెనన్నమాట. కాని పై ప్రయోగములలో ఆల్ఫాకణము ఉత్పత్తి అగుటలేదు. ఈ విచిత్రమును కనుగొనుటకై, ఆట్టోహాన్, స్ట్రాస్‌మనులు పరిశోధనలు జరిపిరి. నూతనముగా ఉత్పత్తియైన పరమాణువులు రేడియము సమస్థానీయములు కావని, రసాయినికముగా ఆ గుణ

ములేగల బేరియముతో సమస్థానీయములని, కేంద్రక మస్థిర మగుటచేత రేడియోఏక్టివిటీ కలిగియున్నవని వారు నిరూపించ గలిగిరి. పర్యవసాన మేమంటే, 238 బరువుగల యురేనియమును న్యూట్రానులతో ముట్టడించగా 138 బరువుగల బేరియము సృష్టి యైనదన్నమాట. అనగా, 238 బరువుగల యురేనియము కేంద్రకము 138, 100 బరువులుకల రెండుకేంద్రకములక్రింద ఛేదింప బడినదన్నమాట. ఇంతవరకు విద్యుత్కణములచేత గాని న్యూట్రానులచేతగాని ముట్టడించినప్పుడు ఏ పరమాణుకేంద్రకము నుండియు 4 బరువుకల ఆల్ఫాకణముకంటె ఎక్కువ బరువైన ద్రవ్యకణములు పుట్టలేదు. కాని ఇప్పుడు, యురేనియము కేంద్రకము 100, 138 భారములుగల ముక్కలుగా బ్రద్ధలైనది. ఇది, ఇంతకుముందెన్నడును కని, విని యెరుగనటువంటి మహత్తర మైన విషయము. 92 పరమాణుసంఖ్యగల కేంద్రకము 36, 56 సంఖ్యలుకలిగి 100, 138 తారతమ్య భారములుగల పరమాణు కేంద్రకములుగా బ్రద్దలైనది.

ఈనూతనవిషయమును ఆట్టోహాన్ స్ట్రాస్‌మన్‌లు 1939 జనవరి 6వతేదీని కనిపెట్టిరి* ఈవిచ్ఛేదనమును "న్యూక్లియర్ ఫిషన్" (Nuclear Fission) అని అందురు. దీనిని మనము 'కేంద్రకచ్ఛేదనము' అందాము. పరమాణుశక్తిని సంపాదించి వాడుకొనుటకు,

* ఆట్టోహాన్, స్ట్రాస్‌మన్‌లను, ప్రపంచమందలి శాస్త్రజ్ఞులందరు సమాదేశమై, నోబెలుబహుమాన మిచ్చి గౌరవించిరి.

ఏటంబాంబును తయారు చేయుటకు ఈ విషయమే ప్రాతిపదిక యైనది.

ప్రపంచమందలి సుప్రసిద్ధ పరిశోధనాలయములలో ఈ విషయమునుగురించి పరిశోధనలు, చర్చలు, సభలు, విరివిగా సాగినవి. 1940 జూను నాటికి చాలావిశేషములు తెలియవచ్చినవి అందలి ముఖ్యాంశములివి.

(1) న్యూట్రానుల వలన యురేనియము కేంద్రకమేగాక, ప్రోటో ఏక్టినియము, తోరియము కేంద్రకములుకూడ విచ్ఛేదన మగును.

(2) యురేనియముకేంద్రకవిచ్ఛేదనమైనప్పుడు పుట్టే పరమాణువులు ఏకరీతికలవికావు. 34 పరమాణుసంఖ్యగల సెలీనియము మొదలుకొని 58 సంఖ్యగల సీరియమువరకు గలపరమాణువులు గోచరించినవి. ఇవన్నియు సాధారణముగా రేడియో ఏక్టివ్ కేంద్రకములు కలవే.

(3) ఈ కేంద్రకచ్ఛేదనములో పుట్టు ముక్కలు రెండునుకలసి సుమారు 200M. e. v. ల శక్తిగల వేగముతో ఎగిరిపోవును.

(4) అతివేగమైన న్యూట్రానులవలనకాని ప్రోటోఏక్టినియము, తోరియము, ఛేదింపబడవు.

(5) తేలిక యురేనియము, U235, మందవేగముగల న్యూట్రానులవల్లగాని బ్రద్దలవదు. వేగమైన న్యూట్రానులు దీనిని బ్రద్దలుచేయవు.*

---

* సెకనుకు 25 మైళ్ళవేగమునకు మించని, అనగా 1,000 ఎలక్ట్రాను వోల్టులశక్తికి మించని, మందవేగముగల న్యూట్రానులన్నియు ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క U235 కేంద్రకమును ఛేదించును.

(6) వేగముగల న్యూట్రానులు బరువైన యురేనియ
ముసు, U238, సాధించగలవు.

(7) కేంద్రకచ్ఛేదనములో, ఒక్కొక్క చ్ఛేదనమునకు అతివేగము గల న్యూట్రానులు ఒకటినుండి మూడువరకు పుట్టును.

మరికొన్ని వివరములుకూడ తెలియవచ్చినవి :—

తేలికయురేనియము కేంద్రకమునుండి పుట్టిన రెండుకేంద్రకములు రేడియోఏక్టివిటీ ధర్మముచేత ఎలక్ట్రానులను క్రమముగా విసర్జించి తుదకు రెండుస్థిరకేంద్రకములుగా మారును. ఈ వివరములు ఫుట్‌నోటులో సూచింపబడినవి.

$_{92}U^{235} + {_0}n^1 = {_{54}}Xe^{140} + {_{38}}Sr^{96}$ ఇదిమొదటిమార్పు; తరువాతి మార్పులు ఆరు.

(1) $_{54}Xe^{140} \rightarrow {_{55}}Cs^{140} + {_{-1}}e^0$ (ఎలక్ట్రాను)

(2) $_{55}Cs^{140} \rightarrow {_{56}}Ba^{140} + {_{-1}}e^0$,,

(3) $_{56}Ba^{140} \rightarrow {_{57}}La^{140} + {_{-1}}e^0$,,

(4) $_{57}La^{140} \rightarrow {_{58}}Ce^{140} + {_{-1}}e^0$,,

$_{58}Ce^{140} \rightarrow$ ఇది సీరియము స్థిరకేంద్రకము

(5) $_{38}Sr^{96} \rightarrow {_{39}}Y^{96} + {_{-1}}e^0$(ఎ॥ను).

(6) $_{39}Y^{96} \rightarrow {_{40}}Zr^{96} + {_{-1}}e^0$ (ఎ॥ను).

$_{40}Zr^{96} \rightarrow$ ఇది జిర్కోనియము స్థిర కేంద్రకము.

అన్నిమార్పులు జరిగిన తరువాతి స్థితిని ఈక్రిందిసమీకరణము వలన తెలిసికోవచ్చును.

(౧) $_{92}U^{235} + {_0}n^1 = {_{58}}Ce^{140} + {_{40}}Zr^{96} + 6\ {_{-1}}e^{\circ}$
(ఆరు ఎలక్ట్రానులు)

కుడివైపునఉన్న 98 (58 + 40) ప్రోటానులలోని ఆరింటియొక్క ధనవిద్యుదావేశమునకు, కుడివైపున సృష్టియైన ఆరు ఎలక్ట్రానులయొక్క ఋణవిద్యుదావేశమునకు చెల్లుఅగుటచేత (+6−6=0) 92 ధనవిద్యుదావేశములే కుడివైపున మిగిలియుండును. (ఫుట్‌నోటు చూడుము.)

(౨) బరువైన యురేనియము కేంద్రకము విచ్ఛిన్నమైతే కలుగుమార్పును ఈ క్రింది సంక్షేప సమీకరణము సూచించును.

$$_{92}U^{238} + {_0}n^1 = {_{58}}Ce^{140} + {_{44}}Ru^{99} + 10.{_{-1}}e^{\circ}$$
(ఎలక్ట్రానులు)

ఎడమవైపునగల న్యూట్రానుల లెక్కింతము. 235−92 = 143 యురేనియము కేంద్రకములోనివి + ప్రయోగించిన న్యూట్రాను ఒకటి } మొత్తము 144

కుడివైపునగల న్యూట్రానులలెక్క { 140-58 = 82 సీరియము కేంద్రకములో; 96−40 = 56 జిర్కోనియము కేంద్రకములో } మొత్తము 138

ఎడమవైపున విడిగా ఎలక్ట్రానులులేవు, కుడివైపున ఆరు ఎలక్ట్రాను లున్నవి. ఎడమవైపున అధికముగాఉన్న 6 న్యూట్రానులు కుడివైపున 6 ప్రోటానులుగాను 6 ఎలక్ట్రానులుగాను మారినవి.

ఈ పరివర్తనలో సీరియముకేంద్రకము, రుతేనియము కేంద్రకము ఒక్కొక్కటి సుమారు 100 M. e. v. ల శక్తితో ఎగిరిపడును. తేలికయురేనియము పరివర్తనములోకూడ ఇంతశక్తి పుట్టును. ఇంతశక్తి ఎలాగున ఎక్కడనుండి విడుదలయైనదో తెలిసికొనవలసియున్నది. ఇట్టి విషయమును 4 వ ప్రకరణములోని 3 వ విభాగములో చర్చించినాము. ఆవిధముగానే (౨)వ సమీకరణమును పరిశీలింతము.

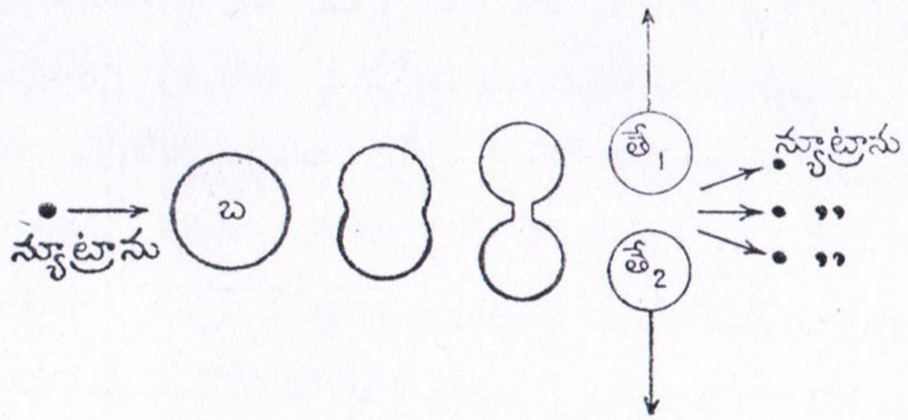
ఎడమవైపు బరువు → { యురేనియము కేంద్రకము 238.1254, న్యూట్రాను 1.0086 } మొత్తము 239.134 యూనిట్లు

కుడివైపు బరువు → { సీరియముకేంద్రకము 139.958, రుతేనియము ,, 98.942 } మొత్తము 238.900 యూనిట్లు

ఈ పరివర్తనలో ఎడమవైపు నుండి మాయమైన బరువు (239.134 - 238.900)=0.234 యూనిట్. $E=mc^2$ అనే సూత్రానుసారము ఈ బరువునకు సమానమైన శక్తి (0.234×933)=218 M. e. v. విడుదలైన 10 ఎలక్ట్రానులు, ఈ శక్తిలో కొద్దిభాగమును పంచుకొనును. ఇంకొక చిన్నభాగము, గామాకిరణశక్తిగా మారును. ఇవిపోగా మిగిలినశక్తి, ప్రయోగములలో గుర్తించిన 200 M. e. v ల శక్తికి సరిపోవును.

కేంద్రకచ్ఛేదనములో పుట్టు న్యూట్రానులు - (Fission Neutrons) -భరువైన కేంద్రకమును రెండుముక్కలుగా బ్రద్దలగు

టకును, పెద్ద ద్రవబిందువు రెండుభాగములుగా విడిపోవుటకును సామ్య మున్నదని ద్రవబిందువాదములో చెప్పబడినది. 13 వ, పటమును చూడుడు. శక్తివంతమైన న్యూట్రాను బరువైన కేంద్రకమును కొట్టినప్పుడు కేంద్రకము (బ) లో అలజడి కలిగి, ద్రవబిందువువలెనే కంపించి ఆకారము మారి క్రమముగా రెండు తేలిక



పటము. 13.

బిందువులు ($తే_1$, $తే_2$) గా విడిపోవును. రెండు బిందువులు కలిసిన భాగము క్రమముగా సన్ననై రెండు మూడు గుండ్రని చిన్న బిందువులుగా చెదరిపోవును. పెద్ద ద్రవబిందువు రెంటి క్రింద విడిపోయినప్పుడు ఈ విషయమును ప్రత్యక్షముగా గుర్తించవచ్చును. ఈ ద్రవబిందువాద సామ్యానుసారముగా పెద్దదైనట్టి యురేనియము కేంద్రకము విచ్ఛిన్న మగునపుడుకూడ రెండుమూడు చిన్న ద్రవ్యబిందువులు పుట్టవలెనని శాస్త్రజ్ఞులూహించి పరీక్షించగా యురేనియము కేంద్రకచ్ఛేదనములో 2, 3, న్యూట్రానులను గుర్తించగలిగిరి. యురేనియము కేంద్రకచ్ఛేద

నముగురించి సులభముగా తెలసికొనుటకై (౧), (౨) సమీకరణములు సూచింపబడినవి కాని, యదార్థముగా జరిగే అన్ని మార్పులు ఆ సమీకరణములలో సూచింపబడలేదు. న్యూట్రానులు ఎట్లు పుట్టునో సూచింపబడలేదు.

VI

పరమాణుశక్తి సంపాదన

న్యూట్రానుకణములతో యురేనియమును ముట్టడించుట చేత (1) యురేనియము కేంద్రకము రెండుపెద్దముక్కలక్రింద చీలిపోవునని (2) కేంద్రకవిచ్ఛేదనములో 200 M. e. v ల శక్తి విడుదలయగు నని (3) ఒకటిగాని, రెండుగాని, మూడుగాని న్యూట్రానులు విడుదలయగునని తెలిసికున్నాము. విపరీతమగు శక్తి నుపయోగించి, లక్షలకొలది డ్యుటీరానులను బెరిలియముమీద ప్రయోగించగా, అందులో ఏదో ఒకడ్యుటీరాను మాత్రమే ఒకబెరిలియము కేంద్రకమును కొట్టగలుగుచున్నది. దానివలన పుట్టిన ఒకన్యూట్రానును యురేనియముమీద ప్రయోగించగా అది ఒక యురేనియము కేంద్రకమును బ్రద్దలుచేసి 200 M. e. v. ల శక్తిని విడుదలచేయుచున్నది. ఈ 200 M. e. v. ల శక్తి ఖర్చుపెట్టిన శక్తికంటె చాలాతక్కువ. అందుచేత పరమాణుశక్తి సంపాదన కిది మార్గము కానేరదు. యురేనియము కేంద్రకవిచ్ఛేదనమునకు కావలసిన న్యూట్రానులను, బెరిలియముమీద లక్షలకొలది డ్యుటీరానులను ప్రయోగించి పుట్టించుటకంటె, యురేనియము కేంద్రకవిచ్ఛేదన కార్యములో పుట్టే న్యూట్రానులను ఏల యుపయోగించరాదని శాస్త్రవేత్త లూహించిరి. ఈ కార్యానుకూలతకు తగిన పర్యాలోచనలను సాగించిరి.

1. న్యూట్రాను పరంపరాభివృద్ధికార్యము — Neutron chain Reaction. ఒక కేంద్రక విచ్ఛేదనములో రెండు న్యూట్రానులు పుట్టినవని అనుకుందాము. వీటితో రెండు యురేనియము కేంద్రకములను ఛేదించవచ్చును. వాటినుండి $2 \times 2 = 4$ (2^2) న్యూట్రానులు పుట్టును. ఈ నాల్గింటిచేత నాలుగు కేంద్రకములను బ్రద్దలుచేయవచ్చును. అందువలన $4 \times 2 = 8$ (2^3) న్యూట్రానులు పుట్టును. వీటితో 8 కేంద్రకములను విచ్ఛేదన చేయవచ్చును. వీటివలన పుట్టు న్యూట్రానులతో 16 (2^4) కేంద్రకములను ఛేదించవచ్చును. వరుసగా ఇట్లు వెలువడు న్యూట్రాను లన్నిటిచేత, యురేనియము కేంద్రకములను ఛేదింపజేయునట్టి కార్యమును, న్యూట్రాను పరంపరాభివృద్ధికార్యము, అందురు. ఇందు న్యూట్రానుల పుట్టుక పరంపరగా అభివృద్ధియగుచుండును. దీనిని న్యూట్రానుల గొలుసుకట్టు కార్యము (Neutron chain reaction) అని అందురు. ఈ కార్యము వరుసగా 80 సార్లు జరిగినచో $2^{80} = 2 \times 10^{24}$ యురేనియము కేంద్రకములు బ్రద్దలగును. ఒక కైలోగ్రాము యురేనియములో 2×10^{24} పరమాణువులుండును. అందుచేత 80 సార్లు పుట్టిన న్యూట్రానులను వరుసగా ఉపయోగించగలిగినచో ఒక కైలోగ్రాము యురేనియములోని పరమాణువులన్నియును విచ్ఛేదనమగును. *

---

* $2 \times 10^{24} \times 200 = 4 \times 10^{26}$ M. e v. ల శక్తి విడుదలయగును. ఒక కైలోగ్రాములోని పరమాణువులన్నియు బ్రద్దలగుటకు పట్టేకాలము 10^{-11} సెకను - స్వల్పాతిస్వల్పము. అందుచేత ఈ మహత్కార్యములోని శక్తివిడుదలరేటు $\frac{4 \times 10^{26}}{10^{-11}} = 4 \times 10^{37}$ M. e. v. సెకను. 4×10^{37} M. e. v. సెకను $= 6.36 \times 10^{12}$ కైలోవాటు-సెకను $= 1.5 \times 10^{24}$ కెలోరీ-సెకను.

ఒక కైలోగ్రాము యురేనియము కేంద్రకచ్ఛేదనముచేత కలిగే 1.5×10^{24} కెలోరీల వేడి 24 కోటికోటి టన్నుల, మంచుగడ్డతో సమానమగు చల్లదనముగల, నీటిని స్టీముక్రింద ఒక సెకనుకాలములో మార్చివేయగలదు.

విమానములతో శత్రుస్థానములను ధ్వంసముచేయుట కుపయోగించే (T.N.T.) టి. యన్. టి. బాంబులు ఒక్కొక్కటి, ఒక్కొక్కటన్ను (1,000 కైలోగ్రాములు) బరువుండును. అట్టి బాంబులను 20,000 (రెండుకోట్ల కైలోగ్రాముల బరువుకలవి) ప్రయోగించినచో విడుదలయగుశక్తి ఈ మహత్తరశక్తికి సమానము. అనగా, ఒకకైలోగ్రాము బరువైన టి.యన్.టి. బాంబు వలన విడుదలయగు రసాయనికశక్తికంటె ఒకకైలోగ్రాము యురేనియము కేంద్రకములఛేదనముచేత కలిగే పరమాణుశక్తి రెండు కోట్లరెట్లు. ఇట్టి అసాధారణమైన, అద్భుతమైన శక్తిని విడుదల చేయుట ఎట్లు అను జిజ్ఞాసతో శాస్త్రజ్ఞులు పరిశోధనలను చేయమొదలిడిరి. ఇంతవరకు చేసిన ప్రయోగములలో 200 M. e. v. ల శక్తిమాత్రమే విడుదలయగుచు వచ్చినదే! పైనలెక్కించినట్లు ఏమియును విపరీతముగ శక్తివిడుదలయగుటలేదే! యని వారు తర్కించుకొనిరి. న్యూట్రానుపరంపరాభివృద్ధికార్యము జరుగుటకు తగినపరిస్థితులాప్రయోగములలో కల్పింపబడలేదని సమాధానపడిరి. దానిపైని అట్టిపరిస్థితులను కల్పించుటెట్లు అనువిషయమై అనేకపరిశోధనలు జరిపిరి. కేంద్రకవిచ్ఛేదనములోపుట్టిన న్యూట్రానులు ఈక్రింది విధముల ప్రవర్తించగలవని తెలిసికొనిరి.

(i) కొన్నిన్యూట్రానులు యురేనియమునుండి బైటికి తప్పించుకుని పోవచ్చును.

(ii) బరువైన యురేనియము కేంద్రకములలో కొన్ని చిక్కుకొనిపోయి కేంద్రకచ్ఛేదనము చేయలేకపోవచ్చును.

(iii) యురేనియముతో కలసియున్న ఇతరపదార్థములలో కొన్ని చిక్కుకుని పోవచ్చును.

(iv) మిగిలిన న్యూట్రానులుమాత్రమే యురేనియము కేంద్రకములను చీల్చవచ్చును. గొలుసుకట్టు కార్యమునకు నిరోధకములగు మొదటి మూడు కారణములవలన వృధాగాపోయే న్యూట్రానులను కూడ నుపయోగించుట ప్రథమ కర్తవ్యముగా నెంచి, ప్రయోగములను సాగించిరి. వాటినిగురించి కొంత తెలిసికుందాము.

2. అవధిపరిమాణము ;—Critical Size. నలుగురైదుగురు మనుష్యులకంటె ఒక వంద, రెండువందలమంది మనుష్యులు చుట్టుముట్టినచో దొంగను పట్టుకొనుట చాల సులభము. గుంపు జాస్తీగా మూగినకొలది, దొంగతప్పించుకుని పారిపోవుట కవకాశముండదు. అట్లే యురేనియము ముద్ద పెద్దదైనకొద్దీ, దానినుండి తప్పించుకుని బైటకు పోవుటకు న్యూట్రానుల కవకాశము తగ్గిపోవును. న్యూట్రాను లేమియును తప్పించుకునిపోకుండ యుండవలెనంటే యురేనియము ముద్ద యొక్క పరిమాణము ఇంతకుతగ్గరాదుయని ఒక అవధిఉండును.

ఈ రెండుమార్గములు, అవలంబింపగలిగినచో, న్యూట్రాను పరంపరాభివృద్ధికార్యము నిరాఘాటముగాసాగి పరమాణుశక్తి సంపాదన లభ్యముకాగలదని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ధారణచేసికొనిరి.

(1) తేలిక యురేనియమును విడదీయుట :— పరమాణుబాంబులో ఉపయోగించుటకు సుమారు నూరు కైలోగ్రాముల శుద్ధమైన తేలికయురేనియము కావలెను. సాధారణ యురేనియములోని 140 పాళ్ళలో ఒక పాలే తేలికయురేనియము ఉండుటచేత, పరమాణుబాంబుకు కావలసిన తేలికయురేనియమును తయారుచేయుటకు 14,000 కైలోగ్రాముల సాధారణయురేనియము కావలెను. ప్రకృతిలో దొరికేపిచ్‌బ్లెండు (Pichblende) మొదలగు యురేనియము ఖనిజములనుండి 14,000 కైలోగ్రాముల సాధారణ యురేనియము లోహమును ఇదివర కెన్నడును విడదీయలేదు. టన్నులకొలది ఖనిజమును త్రవ్వినగాని అందుండి ఒక కైలోగ్రాము యురేనియము తయారుకాదు. అందుచేత ఒకబాంబునకే 14,000 కైలోగ్రాముల యురేనియము లోహమవసరమైతే వందలకొలది బాంబులను తయారుచేయుటకై ఎంత యురేనియము అవసరమో వేరే చెప్పవలెనా? ఈ యురేనియము లోహమును తయారుచేయుటకు ఎన్నోకోట్లటన్నుల పిచ్‌బ్లెండు ఖనిజమును త్రవ్వితేవలెను. యురేనియముతోకలసిన ఖనిజము లెక్కడ యున్నవను యన్వేషణ తీవ్రముగా ప్రారంభమైనది. పిచ్‌బ్లెండులోనే కాక కార్నోలైటు (Carnolite) యను ఖనిజములోకూడ యురేనియమున్నది. ఈ ఖనిజము కొలొరేడోలోను, కెనడా

యొక్క ఉత్తరపశ్చిమ భాగములోను, జకోస్లెవోకియాలోను, బెల్జియన్ కాంగోలోను బాగాదొరుకును. ఈ ఖనిజములు దొరుకు ప్రాంతములను ఆయా ప్రభుత్వములవారు భద్రపరచుకొను చున్నారు. తేలిక, బరువు యురేనియములు ఏకస్థానీయములగుట చేత రసాయినిక మార్గములవలన విడదీయబడజాలవు. ఏకస్థానీయములకు భారములయందు భేదమున్నది గనుక, ఆగుణము నాధారముచేసికొనిన భౌతిక శాస్త్రవిధానములచేత వాటినివిడదీయు చున్నారు. ఇందు ముఖ్యమైనవి రెండు: (i) విద్యుదయస్కాంత విభజన (Electro-magnetic seperation) (ii) వ్యాపన (diffusion) విధానములు. ఈ రెండుమార్గములచేత విడదీయుటకై చేసిన ఏర్పాట్లకు సుమారు 400 కోట్ల రూపాయలు ఖర్చయినది.

(i) విద్యుదయస్కాంత విభజన — ఈ మార్గానుసారము పనిచేయు మాస్‌స్పెక్ట్రోగ్రాఫు (mass spectrograph) యంత్రముతో 1940లో తేలికయురేనియమును విడదీయవచ్చునని ప్రొఫెసర్ ఏస్టన్ చూపించినాడు. కాని, అతడు విడదీయగలిగిన తేలికయురేనియముయొక్క బరువు గ్రాములో ఒకకోటివంతు మాత్రమే. అందుచేత ఈ విభజనరేటును కొన్నిలక్షలవరకు పెంచినగాని కావలసినంత తేలికయురేనియము లభించదు, గనుక కేలూట్రాను (Cal-u-tron) అను నొక యంత్రమును తయారు చేసిరి. కేలూట్రాను ఎట్లుపనిచేయునో 14 వ పటములో సూచింపబడినది.

నలుచదరముగా చూపినస్థలములో పెద్ద విద్యుదయస్కాంతము (Electro-magnet) అమర్చబడినది. పి$_1$ అనునది

పెరుగును. మిశ్రవాయువులో సుమారు నూటికి తొంభైతొమ్మిది పాళ్లవరకు తేలికయురేనియముండవలెనంటే 4,000 ఫిల్టర్లగుండా వడకట్టవలసి యుండును.

నాలుగువేలసార్లు ఫిల్టరుచేయుటకు వేలకొలది పీడన యంత్రములు, వేలకొలది వేక్యూముపంపులు ఉండవలెను. తేలిక యురేనియమును విరివిగా తయారుచేయుటకై * పెద్దవైశాల్యము గల గోడలఆకారముతో ఫిల్టరులను నిర్మించిరి. అట్టి గోడఫిల్టర్లను 4,000 ఏర్పాటుచేసిరి. అంగుళములో ఇరవైలక్షలవంతు అడ్డ కొలత గల రంధ్రము లీ ఫిల్టర్లలో ఉండును: ఈగోడలన్నిటిని ఒకదానితరువాత ఒకటి యేర్పరుచుటకు కొన్నిఎకరముల స్థలము ప్రత్యేకింపబడినది. ఈ వ్యాపనవిధాన యంత్రసముదాయము (Diffusion plant) టెన్నెస్సీలోయలోని క్లిన్‌టన్ ఇంజనీరింగు వర్క్సులో ఏర్పాటుచేసిరి. ఈ యంత్రసముదాయముతో 1945 నాటికిగాని, పని ప్రారంభించలేక పోయిరి. పూర్తితయారీ నాటికి దినమునకు 400 గ్రాముల తేలికయురేనియము విడదీయగలిగిరి. ఈలాగున తయారైన శుద్ధమైన తేలికయురేనియమును చిన్నచిన్న ముద్దలుగా కేడ్మియములోహముతో చేయబడిన డబ్బాలలో భద్ర పరచిరి. ఈ డబ్బాలను సీలువేసి నీళ్లలో ఉంచుదురు. ఏమంటే, విశ్వకిరణములలో, పల్చపల్చగా అక్కడక్కడ కొన్నిన్యూట్రానులు

---

* మొదటి ఫిల్టరువద్దగల మిశ్రవాయువులో ఒకలక్షోభాగము మాత్రమే చివరి ఫిల్టరుగుండా పోవును. అదిఅంతయు శుద్ధమైన తేలికయురేనియమే.

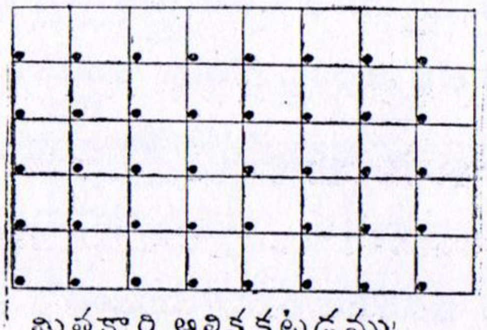
లుండును. అవి ఈ యురేనియములో ప్రవేశించరాదు. నీళ్లను చొరుచుకుని న్యూట్రానులు రాలేవు. ఇట్లు భద్రపరుపబడిన యురేనియము అమెరికా సంయుక్తరాష్ట్ర ప్రభుత్వమువారి స్వాధీనములోని నేలకొట్లలో దాచబడియున్నది. నానాప్రభుత్వములవారు భద్రపరచియుంచిన బంగారుముద్దలకంటె ఈయురేనియపుముద్దలే లోకమందలి రాజకీయ, ఆర్థిక, సాంఘిక, భావి పరిస్థితులలో ఎక్కువగా పాల్గొనగలవనుటలో సందేహమేమియు నవసరము లేదు.

4. ప్రకృతిసిద్ధమైన యురేనియములో చైనురియాక్షను:—కేంద్రకవిచ్ఛేదనలో పుట్టిన న్యూట్రానులు అతివేగములు. వాటివేగము కొంతతగ్గినతోడనే బరువుయురేనియము కేంద్రకములు వాటిని అరికట్ట గలవు. అంతకంటె వేగము ఇంకను తగ్గినకాని తేలికయురేనియము కేంద్రకమును న్యూట్రానులు ఛేదింపజాలవు. అందుచేత, బరువుయురేనియమువలన బంధింపబడక పూర్వమే ఇతరపదార్థసహాయముతో వేగము మందగించునట్లు చేయగల్గినచో ఏచిక్కు ఉండదు.

న్యూట్రానులవేగమును తగ్గించుటకు ఉదజనివంటి తేలిక పరమాణువులు బాగాఉపకరించును. డ్యూటీరాను, లితియము, బెరిలియము, బోరాను, బొగ్గు మొదలగునవికూడ ఉపకారకములే. ఈపదార్థములగుండా న్యూట్రానులను పోనిచ్చినచో వాటివేగము బాగాతగ్గగలదు. అనగా, అమితమైన వేగము మితముకాగలదు.

అందుచేత ఈపదార్థములను మితకారులు (Moderators) అందురు. ఈమితకారులు ఏ కల్తీలేక పరిశుద్ధములుగా ఉండవలెను. వీటి నెట్లుపయోగించుదురో తెలిసికుందాము.

విరివిగా దొరుకునట్టిన్ని, ఘనరూపముతో ఉండునట్టిన్ని గ్రాఫైటను ఒకదినుసు బొగ్గును మితకారిగా ఉపయోగపరచుట సర్వానుకూలమని ఫెర్మి సూచించెను. అతనిసలహా ప్రకారము శుద్ధమైన గ్రాఫైటును ప్రకృతిసిద్ధమైన యురేనియముతో కలిపి ప్రయోగములను సాగించిరి. గ్రాఫైటును ఘనపుటిటుకలుగా (Cubic bricks) తయారుచేసి, ఇటుకయొక్క ఒకమూలను ప్రకృతి సిద్ధమైన యురేనియమును కొద్దిగానుంచుదురు. (15 వ పటము)



మితకారి అల్లికకట్టడము

పటము. 15.

ఈ ఇటుకలను నిడుపుగాను, అడ్డముగాను, ఎత్తుగాను, వరుసగా ఒకదానితరువాత ఒకటి, ఒకదానిమీద ఒకటి, అమర్చినచో పెద్దకట్టడమగును. అందు ప్రతిఇటుక ఒకగది. ఆగదులలో ఒకమూల యురేనియము నివాసము. ఇట్టిగదులు అన్నివైపుల వ్యాపించియుండును. ఇట్లు ఎన్నోఅంతస్థులుగల అల్లికకట్టడ

మొకటి తయారగును. ఈకట్టడమునకు మితకారి అల్లికకట్టడము (Moderator lattice) అనిపేరు. దీనినిదొంతి (Pile) అని రీయాక్టరు (Reactor) అనికూడ అందురు. ఇట్టికట్టడములో ఏమి జరుగునో కొంతపరిశీలిద్దాము.

ఈ కట్టడములోనికి కొన్నిన్యూట్రానులు బైటనుండి ప్రవేశించుననుకుందాము. అందులో ఒకటి ఒకగదిమూలనున్న యురేనియములో ప్రవేశించును. అదిఒక తేలికయురేనియముయొక్క కేంద్రకవిచ్ఛేదనముచేసినదని అనుకుందాము. అప్పుడు వేగమైన ఒకటి రెండు న్యూట్రానులు పుట్టును. యురేనియము చాలకొద్దిగా ఉండుటచేత ఈన్యూట్రానులు యురేనియమునుండి బైటికితప్పించుకుని పోవును. తప్పించుకునిపోయిన న్యూట్రానులు యురేనియము చుట్టూయున్న గ్రాఫైటులో ప్రవేశించి గ్రాఫైటుపరమాణువులతో ఢీకొనుటవలన వేగమును క్రమముగా కోల్పోవును. అట్లు ఆగదిలోని గ్రాఫైటునుదాటి వెళ్లబోయేసరికి ఈ న్యూట్రానులవేగము మందగించును. ఈమందవేగముగల న్యూట్రానులు ప్రక్కగదిలో మూలనున్న యురేనియమందలి తేలికకేంద్రకములను ఛేదించును* తేలిక యురేనియముకేంద్రక విచ్ఛేదనముచే పుట్టిన న్యూట్రానులు ఆగదిలోని గ్రాఫైటును దాటుసరికి మందగించును. మూడవగది మూలనున్న తేలికయురేనియముకేంద్రకములను అవి ఛేదించును.

---

* బరువైన యురేనియము మందగతిగల న్యూట్రానులను లోనికిలాగుకొని అరికట్టలేదు. అరికట్టవలెనంటే వేగముబాగాతగ్గి మందగించకూడదు. అట్లు మందగించినగాని తేలికయురేనియము – బద్దలుకాదు.

1(62)

ఇట్లున్యూట్రాను పరంపరాభివృద్ధికార్యము (Neutron chain reaction), పరమాణుశక్తి విడుదలకార్యము, పుంఖానుపుంఖముగా అవిచ్ఛిన్నముగా, జరిగిపోవును.

కాని కొన్నివిశేషములను తెలిసికోవలసి యున్నది. న్యూట్రానులవేగ మెంతతక్కువగాయున్నను బరువైన యురేనియము కొన్నింటినైన దిగమ్రింగును. ఎంతశుద్ధముగా ఉన్నను గ్రాఫైటు కొన్నిన్యూట్రానులను హరించును. మరియు, గ్రాఫైటు ఇటుకలకట్టడమునుండి పైగాలిలోనికి కొన్నితప్పించుకునిపోవును. అందుకని అవధిపరిమాణమువరకు కట్టడమును పెంచవలెను.

ఇన్ని కట్టుదిట్టములతరువాత జరిగేవిషయమును, ఒక ఉదాహరణమువలన తెలిసికుందాము. కేంద్రకచ్ఛేదనముచేత 100 న్యూట్రానులు పుట్టినవనుకుందాము, ఇందులోకొన్నిటిని గ్రాఫైటు, కొన్నిటిని బరువుయురేనియము హరించగా 55 మిగిలాయను కుందాము. ఇవి 55 తేలికయురేనియము కేంద్రకములను ఛేదించుటచేత 110 న్యూట్రానులు పుట్టును. మొదటి 100 లోను 50 కంటె ఎక్కువ కబళింపబడినచో మిగిలినవాటివలన పుట్టు న్యూట్రానులు నూటికితక్కువగా ఉండగలవు. అనగా మొదటి తరములోని 100 న్యూట్రానులు రెండవతరమునాటికి నూటికంటె తగ్గిపోవును. పరంపరాభివృది ఉండదు. పరంపరాభివృద్ధి కావలెనంటే రెండవతరములో నూటికి ఎక్కువగా న్యూట్రానులు పుట్టితీరవలెను. అందుచేతనే కట్టుదిట్టములు చేయుటకు కారణము, ఇన్నిచేసిననూ రెండవతరములో 110, కంటె న్యూట్రానులు

మొకటి తయారగును. ఈకట్టడమునకు మితకారి అల్లికకట్టడము (Moderator lattice) అనిపేరు. దీనినిదొంతి (Pile) అని రీయాక్టరు (Reactor) అనికూడ అందురు. ఇట్టికట్టడములో ఏమి జరుగునో కొంతపరిశీలిద్దాము.

ఈ కట్టడము లోనికి కొన్నిన్యూట్రానులు బైటనుండి ప్రవేశించుచనుకుందాము. అందులో ఒకటి ఒకగదిమూలనున్న యురేనియములో ప్రవేశించును. అది ఒక తేలికయురేనియముయొక్క కేంద్రకవిచ్ఛేదనముచేసినదని అనుకుందాము. అప్పుడు వేగమైన ఒకటి రెండు న్యూట్రానులు పుట్టును. యురేనియము చాలకొద్దిగా ఉండుటచేత ఈన్యూట్రానులు యురేనియమునుండి బైటికితప్పించుకుని పోవును. తప్పించుకునిపోయిన న్యూట్రానులు యురేనియము చుట్టూయున్న గ్రాఫైటులో ప్రవేశించి గ్రాఫైటుపరమాణువులతో ఢీకొనుటవలన వేగమును క్రమముగా కోల్పోవును. అట్లు ఆగదిలోని గ్రాఫైటునుదాటి వెళ్లబోయేసరికి ఈ న్యూట్రానులవేగము మందగించును, ఈమందవేగముగల న్యూట్రానులు ప్రక్కగదిలో మూలనున్న యురేనియమందలి తేలికకేంద్రకములను ఛేదించును* తేలిక యురేనియముకేంద్రక విచ్ఛేదనముచే పుట్టిన న్యూట్రానులు ఆగదిలోని గ్రాఫైటును దాటుసరికి మందగించును. మూడవగది మూలనున్న తేలికయురేనియముకేంద్రకములను అవి ఛేదించును.

---

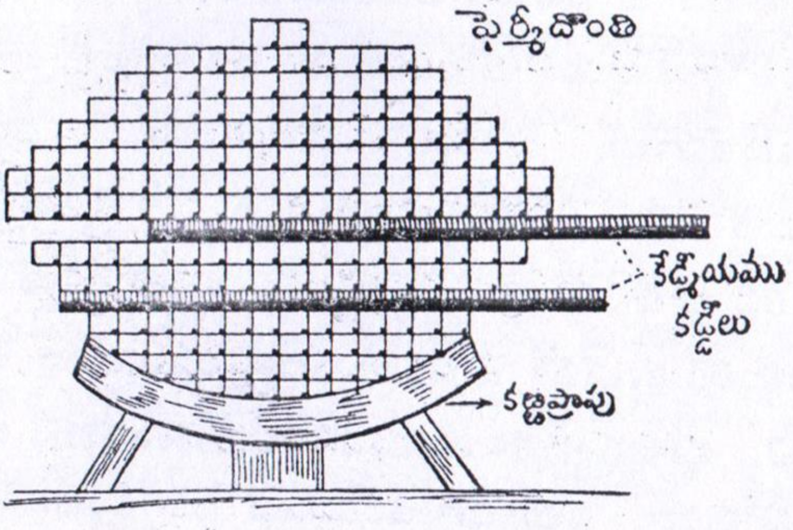
* బరువైన యురేనియము మందగతిగల న్యూట్రానులను లోనికిలాగుకొని అరికట్టలేవు. అరికట్టవలెనంటే వేగముబాగాతగ్గి మందగించకూడదు. అట్లు మందగించినగాని తేలికయురేనియము — బ్రద్దలుకాదు.

ఇట్లున్యూట్రాను పరంపరాభివృద్ధికార్యము (Neutron chain reaction), పరమాణుశక్తి విడుదలకార్యము, పుంఖానుపుంఖముగా అవిచ్ఛిన్నముగా, జరిగిపోవును.

కాని కొన్నివిశేషములను తెలిసికోవలసి యున్నది. న్యూట్రానులవేగ మెంతతక్కువగాయున్నను బరువైన యురేనియము కొన్నింటినైన దిగ్రమింగును. ఎంతశుద్ధముగా ఉన్నను గ్రాఫైటు కొన్నిన్యూట్రానులను హరించును. మరియు, గ్రాఫైటు ఇటుకలకట్టడమునుండి పైగాలిలోనికి కొన్నితప్పించుకునిపోవును. అందుకని అవధిపరిమాణమువరకు కట్టడమును పెంచవలెను.

ఇన్ని కట్టుదిట్టములతరువాత జరిగేవిషయమును, ఒక ఉదాహరణమువలన తెలిసికుందాము. కేంద్రకచ్ఛేదనముచేత 100 న్యూట్రానులు పుట్టినవనుకుందాము. ఇందులోకొన్నిటిని గ్రాఫైటు, కొన్నిటిని బరువుయురేనియము హరించగా 55 మిగిలాయనుకుందాము. ఇవి 55 తేలికయురేనియము కేంద్రకములను ఛేదించుటచేత 110 న్యూట్రానులు పుట్టును. మొదటి 100 లోను 50 కంటె ఎక్కువ కబళింపబడినచో మిగిలినవాటివలన పుట్టు న్యూట్రానులు నూటికితక్కువగా ఉండగలవు. అనగా మొదటి తరములోని 100 న్యూట్రానులు రెండవతరమునాటికి నూటికంటె తగ్గిపోవును. పరంపరాభివృది ఉండదు. పరంపరాభివృద్ధి కావలెనంటే రెండవతరములో నూటికి ఎక్కువగా న్యూట్రానులు పుట్టితీరవలెను. అందుచేతనే కట్టుదిట్టములు చేయుటకు కారణము, ఇన్నిచేసిననూ రెండవతరములో 110, కంటె న్యూట్రానులు

పుట్టవు. రెండవతరములో 110 ఉంటే, న్యూట్రానులవృద్ధి నూటికి పది అన్నమాట; 1.10, రెట్లుఅన్నమాట. ఈ 1.10 ను గుణకార భాజ్యము గుణకారఫేక్టరు (Multiplication factor) అని, పునరుత్పత్తిఫేక్టరు (Reproduction factor) అని, అంటారు. ఈ భాజ్యము ఒకటికంటె ఎంత ఎక్కువగాఉంటే అంత జయప్రదముగా, తీవ్రముగా, కేంద్రకవిచ్ఛేదనకార్యము, పరమాణుశక్తి సంపాదనకార్యము, పరంపరాభివృద్ధిగా జరుగును. ఇట్టికార్యమును ప్రప్రథమమున జయప్రదముగాచేసి చూపించినవాడు ఎన్రికో ఫెర్మి. అతనుకట్టిన దొంతిని ఫెర్మీదొంతి (Fermi pile) అందురు. అది కోడిగుడ్డు ఆకారము కలిగియుండెను. దానిని 16 వ, పటములోచూడవచ్చును. ఇది గ్రాఫైటు ఇటుకలతో నిర్మింపబడినది.



పటము. 16.

ప్రతిఇటుకలోను ఒకమూల కొద్దిపాటి యురేనియ ముంచబడినది. ఈకట్టడము మధ్యభాగములో ఈవలనుండి ఆవలవరకు రెండు కేడ్మియము కడ్డీలు దూర్చబడినవి. వాటిని లోనికి, పైకి, లాగుట

కేర్పాట్లుకలవు. కేడ్మియము, న్యూట్రానులను సులువుగా శోషణము (Absorption) చేయగలదు — హరించగలదు. దొంతినుండి పరమాణుశక్తి వెలువడనవసరము లేనప్పుడు కేడ్మియముకడ్డీలను లోనికిత్రోయుదురు. అవసరమైనప్పుడు కడ్డీలను బైటికి లాగుదురు. వెంటనేపరమాణుశక్తి సంపాదనకార్యముప్రారంభమగును.

1942 డిశంబరు రెండవతేదీనాడు ఫెర్మీదొంతినుండి పరమాణుశక్తి సంపాదనకార్యము ప్రారంభమైనది. గుప్తముగాను, అభేద్యముగాను పరమాణువులలో దాగియున్నశక్తిని మానవుడు తనబుద్ధిబలముచేత బైటకుతీసి ఉపయోగములోనికి తెచ్చుట కదే ప్రారంభము. 200 వాట్టులశక్తినిమాత్రమే ఆదొంతినుండి ఫెర్మి యుత్పత్తిచేసి చూపినాడు. పనిచేయువారికి ప్రమాదముకలుగునని అంతటితో ఆపినాడు. దొంతినుండి వెడలే న్యూట్రానులు చాలా ఉపద్రవకరములు. అందుచేత నీకార్యమును జాగ్రత్తతోను, అప్రమత్తతతోను చేయవలసియున్నది. శక్తిఉత్పత్తిరేటు ఒక పరిమితిని దాటినచో కేడ్మియముకడ్డీలను లోనికిప్రవేశబెట్టుటకు, ఆ పరిమితికి తగ్గినచో బైటికిలాగుటకు యంత్రము లేర్పాటుచేయబడినవి, మనుష్యసహాయ మవసరములేకుండగనే అవి లోనికి, పైకి పోవుచూ, వచ్చుచూ ఉండునట్లు ఏర్పాట్లుచేసిరి.

పరమాణుశక్తి వేడిరూపమున రియాక్టరులో — దొంతిలో ఉత్పత్తియగును. ఈవేడివలన దొంతియొక్క ఉష్ణోగ్రత 150 సెంటిగ్రేడు డిగ్రీలకంటె మించకుండ కేడ్మియముకడ్డీల సహాయమున ఏర్పాటుచేసిరి.

200 వాట్లు చాలాస్వల్పశక్తి. దీనితో సావకాశముగా చేయ దగు చిన్నకార్యములనే సాధించవచ్చునుగాని పెద్దగా ధ్వంసము చేయగల యుద్ధకార్యములకు—బాంబులకు-ఇది చాలదు. అందుకని, దీనిని యుద్ధకార్యోపయోగమగునట్లు చేయుట ఎట్లు అను ఆలోచ నలు సాగినవి.

ఇట్టిదొంతిలో బరువుయురేనియము ప్లూటోనియముగా మారుచుండును. దీనిని, యురేనియమునుండి రసాయనికముగా సులభముగా విడదీయవచ్చును. అట్లువిడదీసిన ప్లూటోనియము నుపయోగించి పరమాణుబాంబు చేయవచ్చును, అని సైక్లోట్రాను సృష్టించిన లారెన్సు 1941 సంవత్సరములోనే సూచించియుండెను. కాని ఫెర్మిదొంతినుండి ఉత్పత్తిఅయే ప్లూటోనియము స్వల్పాతి స్వల్పము. ఇంతకంటె పదివేలరెట్లు ఉత్పత్తియైనగాని రోజునకు ఒకగ్రాము ప్లూటోనియముత్పత్తికాదు. అందుకని పెదపెద్ద దొంతులను తయారుచేయుటకు ప్రయత్నములు సాగినవి.

5. ప్లూ టో ని య ము ను త యా రు చే యు ట :— (౧) క్లి న్ ట న్ రి యా క్ట రు. ఫెర్మిదొంతిమూలమున ప్లూటో నియమును తయారుచేయవచ్చునని నిర్ధారణకాగానే, టెన్నెస్సీ లోయలోని క్లిన్‌టన్ ఇంజనీరింగువర్క్సులో పెద్దఎత్తున ఒక గ్రాఫైటుయురేనియముదొంతిని కట్ట నారంభించినారు. 1943 నవం బరు నాటికి, ఇదిపూర్తియైనది. దీనినుండి వెలువడు పరమాణు శక్తియొక్క రేటు ఫెర్మిదొంతికంటె 10,000 రెట్లు. క్లిన్‌టన్ రియాక్టరుయొక్క పరిమాణము చాలాపెద్దది. దీనినుండి వెలువడు

న్యూట్రానులవలన పనిచేయువారి కెట్టిప్రమాదము సంభవించ కుండా రియాక్టరుచుట్టూ, ఎత్తైన, దళసరైన, కాంక్రీటుగోడను కట్టిరి. దీనినుండి వెలువడు అమితమగు ఉష్ణమువలన ఉష్ణోగ్రత 150°C లకు హెచ్చకుండ, చల్లబడే ఏర్పాట్లుచేసిరి. ఇందు ఫెర్మిదొంతిలోవలె గ్రాఫైటు ఇటుకలమూలను యురేనియము నుంచలేదు. గ్రాఫైటుకట్టడములో ఈవైపునుండి ఆవైపునకు తగుపాటి లావైనతూములను దొలిచి, వాటిలోపట్టే ఎల్యూమిని యము గొట్టములను తయారుచేసి, ఆగొట్టములలో అచ్చటచ్చట యురేనియమునుంచిరి. ఈగొట్టములనుండి గాలిని పూర్తిగా తీసివేసిరి. ఆగొట్టములలో కొంతప్లూటోనియము తయారైనతరు వాత ప్లూటోనియమును విడదీసి, గొట్టములను యురేనియముతో నింపి దొంతిలో తిరిగి అమర్చెదరు. ఇట్లే తిరిగితిరిగి ప్లూటో నియమును పండుచువచ్చిరి. ఈగొట్టములను తీయుట, తిరిగి ఉంచుట, యురేనియమునుండి ప్లూటోనియమును విడదీయుట, మొదలగుకార్యములన్నియు యంత్రములద్వారా నడుపుచుండిరి.

1944 నాటికి క్లింటన్‌దొంతినుండి కొన్నిగ్రాముల ప్లూటో నియమును పండిరి. కాని, ఈఉత్పత్తిరేటును ఇంకను 500రెట్లు పెంచినకాని బాంబునకు కావలసినంత ప్లూటోనియము తయారవ దని తెలిసికొనిరి.

(౨) హాన్‌ఫర్డుప్లాంటు. వాషింగ్టన్ రాష్ట్రములోని కొలంబియా నదిఒడ్డునఉన్న, హాన్‌ఫర్డు గ్రామములో కొన్నివేల ఎకరముల నేలలో మహత్తరమైన రియాక్టర్లను కట్టుటకు ప్రారంభించిరి. ప్లూటోనియము తయారుచేయుట కనుకూలమైన

ఏర్పాట్లు 1945 వేసవినాటికి జరిగినవి. పెద్దపెద్ద రియాక్టర్లు మూడుకట్టిరి. అనేకప్రయోగశాలలు, కర్మాగారములు, ప్లూటో నియమును విడదీయుటకై రసాయనికనిర్మాణములు, చిన్నచిన్న కార్యములకు కావలసిన అనేకకట్టడములుకూడ కట్టిరి. ఇవన్నియును ఒకదానికొకటి దూరదూరముగా నిర్మింపబడెను. ఒక రియాక్టరునకు ఇంకొకరియాక్టరునకు మధ్య కొన్నిమైళ్లఖాళీస్థలము విడువబడినది. అందుచేత ఈ హాన్‌ఫర్డుప్లేంటు వెయ్యిచతురపు మైళ్ల వైశాల్యముగల ప్రదేశమునాక్రమించినది. ఇదిఒక అద్భుతమైన నిర్మాణము.

ఈరియాక్టర్లనుండి వెలువడు వేడి విపరీతము. మంచుగడ్డంత చల్లగానున్న 150 టన్నుల నీటిని ఒకనిమిషములో సలసల కాగునట్లు ఈవేడి చేయగలదు. అందుకని కొలంబియా నదినుండి ఈరియాక్టర్లలోనికి గొట్టములద్వారా నిముషమునకు 150 టన్నులనీటిని పంపుచేసి నదిలోనికి విడుదలచేయుచుండిరి. దీని వలన కొలంబియానదినీరు వేడెక్కుచుండెను. ప్రక్కన అంతటి నది యున్నదిగనుకనే ఈకార్యముసాధ్యమైనది. ఇంతింతనీటిని ఒకనిముషములో లోనికి పంపుచేయుటకు, ఇవతలకు లాగివేయుటకు ఎంతశక్తిగల నీటిపంపులను ఏర్పాటుచేయవలెనో, వాటికి దోహదముగా ఇతరసాధనసామగ్రి ఎంతకావలెనో ఊహించుకోతగినదే.

ప్లాంటుచుట్టూకట్టిన కాంగ్రీటుగోడలలో గుమ్మములుండును. ప్లూటోనియముతో కలసియున్న యురేనియముగల అల్యూమినియము గొట్టములను ఈ గుమ్మములద్వారా యంత్రసహాయమున

1(66)

న్యూట్రానులవలన పనిచేయువారి కెట్టిప్రమాదము సంభవించ కుండా రియాక్టరుచుట్టూ, ఎత్తైన, దళసరైన, కాంక్రీటుగోడను కట్టిరి. దీనినుండి వెలువడు అమితమగు ఉష్ణమువలన ఉష్ణోగ్రత 150°C లకు హెచ్చకుండ, చల్లబడే ఏర్పాట్లుచేసిరి. ఇందు ఫెర్మిదొంతిలోవలె గ్రాఫైటు ఇటుకలమూలను యురేనియము నుంచలేదు. గ్రాఫైటుకట్టడములో ఈవైపునుండి ఆవైపునకు లేసుపాటి లావైనతూములను దొలిచి, వాటిలోపట్టే ఎల్యూమిని యము గొట్టములను తయారుచేసి, ఆగొట్టములలో అచ్చటచ్చట యురేనియమునుంచిరి. ఈగొట్టములనుండి గాలిని పూర్తిగా తీసివేసిరి. ఆగొట్టములలో కొంతప్లూటోనియము తయారైనతరు వాత ప్లూటోనియమును విడదీసి, గొట్టములను యురేనియముతో నింపి దొంతిలో తిరిగి అమర్చెదరు. ఇట్లే తిరిగితిరిగి ప్లూటో నియమును పండుచువచ్చిరి. ఈగొట్టములను తీయుట, తిరిగి ఉంచుట, యురేనియమునుండి ప్లూటోనియమును విడదీయుట, మొదలగుకార్యములన్నియు యంత్రములద్వారా నడుపుచుండిరి.

1944 నాటికి క్లింటన్‌దొంతినుండి కొన్నిగ్రాముల ప్లూటో నియమును పండిరి. కాని, ఈఉత్పత్తిరేటును ఇంకను 500రెట్లు పెంచినకాని బాంబునకు కావలసినంత ప్లూటోనియము తయారవ దని తెలిసికొనిరి.

(౨) హాన్‌ఫర్డు ప్లాంటు. వాషింగ్టన్ రాష్ట్రములోని కొలంబియా నదిఒడ్డునఉన్న, హాన్‌ఫర్డు గ్రామములో కొన్నివేల ఎకరముల నేలలో మహత్తరమైన రియాక్టర్లను కట్టుటకు ప్రారంభించిరి. ప్లూటోనియము తయారుచేయుట కనుకూలమైన

VII

పరమాణుబాంబు - Atom Bomb

అమెరికా సంయుక్తరాష్ట్ర ప్రభుత్వముచే నియమింపబడ్డ శాస్త్రజ్ఞులు, నిపుణులు, ఇంజనీర్లు కలసి, పైనవివరించిన హాన్ ఫర్డు మొదలగు రియాక్టర్లతోను, వ్యాపనవిధానము మొదలగు సాధనలతోను, కొన్నివందల కైలోగ్రాముల ప్లూటోనియమును, తేలికయురేనియమును తయారుచేసి, వాటిని చిన్నచిన్న ముద్దలుగా వేరువేరు కేడ్మియము డబ్బాలలోనుంచి భద్రపరచిరి. ఒకచోట తేలికయురేనియము, ఒకచోట ప్లూటోనియము తయారగుచుండగా, ఇంకొకచోట వీటినుపయోగించి పరమాణుబాంబు నెట్లుతయారుచేయవలెనను విషయపరిశీలన సాగజొచ్చినది.

1942 నవంబరులోనే, అమెరికా సంయుక్తరాష్ట్రములలో నొకటగు న్యూమెక్సికో రాష్ట్రమందు లాజ్ఎలామాజ్ (Los Alamos) అనుచోట విశాలమైనస్థలమును నిర్దేశించినారు. అది, కోసుగాఉన్న కొండలపైనున్న పెద్దపీఠభూమి; దుర్గమము. జరపదలచిన కార్యము చాలారహస్యమైనదిగాన అట్టిమారుమూల ప్రదేశమును వెదకి ఏర్పాటుచేసినారు.

అక్కడ సర్వకార్యములను నిర్వహించు అధికారమును, సుప్రసిద్ధ భౌతికశాస్త్రవేత్తయగు జె. ఆర్. ఓపెన్హైమరు (J. R. Openheimer) నకు, 1943 మార్చిలో అప్పగించినారు. ఈతడు గొప్పమేధావి. భౌతికశాస్త్రతత్వవిచారములో మనస్సును

అగ్నముచేసి, బహిర్విషయములలో జొరనీయక, తన్నుతాను మరచియుండే అంతరదృష్టికలవాడు. అట్టివాని నిట్టిగొప్పకార్య నిర్వహణమునకై నియమించినారు. అతను దీనిని జయప్రదముగ నిర్వహించగలిగినాడు. తీవ్రమైన అంతరదృష్టి కలవాటుపడినవారు కూడ, అవసరమైనచో తమమనోబలమును బహిర్గతముచేసి కార్యములను ఉత్తమరీతిని నెరవేర్పగలరనుట కింతకంటె వేరే ఉదాహరణ కావలెనా ?

1944 సంవత్సరాంతమునాటికి, సంయుక్తరాష్ట్రములలోను, కెనడాలోను, కల సుప్రసిద్ధ శాస్త్రజ్ఞులను, యువకులను, తనకు సహాయముగా ఓపెన్‌హైమరు సమకూర్చుకున్నాడు. సర్. జేమ్సు చాడ్విక్ యాజమాన్యమున ఒకనియోజకవర్గము ఈకార్యసహాయార్థమై బ్రిటిషుదీవులనుండి వచ్చిచేరినది. ప్రమాదకరమైన ప్రయాణమునుచేసి, నీల్ బోర్ అను అగ్రశ్రేణికిచెందిన భౌతికశాస్త్ర విజ్ఞాని, డెన్మార్కునుండి తప్పించుకునివచ్చి, లాజ్ ఎలామాజ్ చేరుకున్నాడు. వీరందరకు తోడుగా అనేకులు ఇంజనీర్లు వచ్చి కూడిరి. కర్మాగారములు, వివిధకట్టడములు అతివేగముగాతయారైనవి. పరిశోధనలకవసరమగు విలువైన వివిధయంత్రములు, వివిధ విశ్వవిద్యాలయ స్థానములనుండి తేబడినవి. అతిశీఘ్రముగాఅమర్పబడినవి. ఎంతపనియైనను, ఎంతటినిర్వహణమైనను అతిసులభముగా, చురుకుగా జరిగిపోయినది. ప్రపంచమందలి భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనాశాల లన్నిటిలోను లాజ్ఎలామాజ్‌లోని పరిశోధనశాల అన్నివిధములచేత ఉత్తమోత్తమమైనదనుట నిర్వివాదము.

తేలికయురేనియముయొక్క అవధిపరిమాణము న్యూట్రా నుల వేగమునుబట్టి మారును. ఇంతవేగముగల న్యూట్రానులకింత అవధి పరిమాణమని సూక్ష్మముగుగణితముచేసి తెలిసికొనిరి. ఇట్టి అవధిపరిమాణముగల యురేనియము ముద్దనుండికూడ తప్పించు కుని బైటకుపోయే న్యూట్రానుల నడ్డగించి యురేనియములోనికి త్రిప్పి పంపుటకై గ్రాఫైట్‌వంటి పదార్థముచేత దానిని కప్పుదురు.

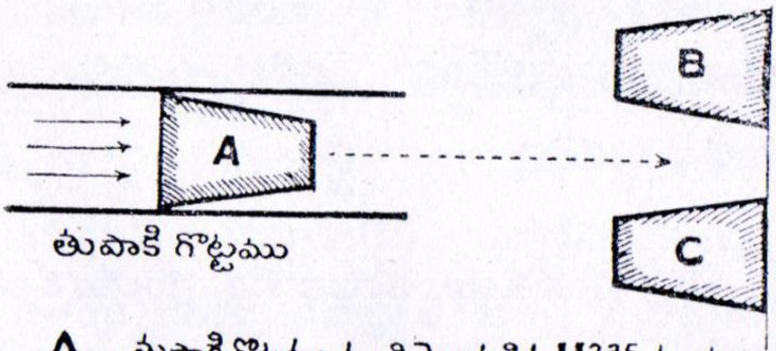
బాంబు కూర్పు :— ఇది అతిరహస్యమైన విషయము. దీనిగురించి ఏవివరములును తెలియవు. టి. యన్. టి. బాంబు ప్రేలుటలో తెలిసినవిషయములనుబట్టి కొన్నిసంగతుల నూహించ వచ్చును.

ఒకఘనపరిమాణముగల టి. యన్. టి. మందు పేలి నప్పుడు, అంతకు ఎన్నోవేలరెట్లు ఘనపరిమాణముగల వాయు పదార్థము పుట్టును. అందుచేత, ఆచోటిలో అపరిమితమగు ఒత్తిడి (High pressure) పుట్టును. ఈఒత్తిడికారణముగా వాయుపదార్థ మంతయు శరవేగముతో పైకెగిరిపోవును. ఈసందర్భములో ముఖ్యమైనవిషయములు రెండు. (1) బాంబులోనిమందు వాయు వుగా మారుటకు పట్టేకాలము. (2) వాయువు పైకెగిరిపోవుటకు పట్టేకాలము. టి. యన్. టి. బాంబులో మొదటికాలపరిమాణము రెండవదానికంటె తక్కువ. అందుచేత మందంతయు వాయువుగా మారినతరువాతగాని బాంబుపేలదు. పూర్ణఫలితము కావలెనంటే ఏటంబాంబులోకూడ ఇట్లేజరుగవలెను. కాని, న్యూట్రాను పరంప రాభివృద్ధికార్యముపూర్తియై అన్నితేలికయురేనియము కేంద్రక

ములు విచ్ఛేదము కాకపూర్వమే ఆటంబాంబు పేలిపోవును. అందుచేత ఏటంబాంబునకుండవలసినంతతీవ్రత ఉండుటలేదు. అధమము నూరురెట్లు తక్కువతీవ్రతతో ఏటంబాంబు పేలుచున్నది. ఐనను ఏటంబాంబునుండి టి. యన్. టి. బాంబుకంటె ఎన్నోవేలరెట్లు శక్తి ఉత్పత్తియగుచున్నది. గాన, ఇదిఅంతగా పాటింపనక్కరలేదు. అదిగాక, చేయగలిగినదియులేదు. దానిస్వభావమట్టిది.

టి. యన్. టి. బాంబులోవలె మందునంతను ఒకచోట చేర్చియుంచుటకు పరమాణుబాంబులో వీలులేదని, అట్లుఉంచినచో ఉంచీఉంచుటలోనే బాంబుపేలునని తెలిసికొనియే యున్నాము. అందుచేత పరమాణుబాంబు కూర్పులో యురేనియమునుగాని, ప్లూటోనియమునుగాని అవధిపరిమాణముకంటె తక్కువైన భాగములుగా వేరువేరుగాఉంచి, బాంబుపేల్చవలసిన సమయమున మాత్రమే ఆభాగములను సమకూర్చవలెను. రెండుభాగములనుగాని, మూడుభాగములనుగాని ఏకముగా, దగ్గరగా, హత్తుకునేటట్లు చేయుటఎట్లు? మరియు, బాంబుపేలుటకు పట్టేకాలము ఒక సెకనులో కోటోవంతుమాత్రమే అని లెక్కతేలినది. అందుచేత, బాంబుభాగములను సమకూర్చుటకు పట్టవలసిన కాలము సెకనులో ఒకపదిలక్షోభాగముకంటె మించకూడదు. ఇంతసూక్ష్మకాలములో బాంబుయొక్కభాగముల నొకదానిలోనొకటి చొరుచుకుని పోవునట్లు బాంబునుకూర్చుట ఎట్లు? భాగములుకూడేలోపుగా బాంబు పేలకుండ చేయుట ఎట్లు? అనువిషయములు ముఖ్యమైనవి. ఈవిషయముల నెట్లుసాధించుచున్నారో తెలియదు. ఈక్రింది విధ

ముగా సాధించవచ్చునని ఊహించవచ్చును. బాంబుయొక్క భాగములను ఏరీతిని కూర్చవచ్చునో 17 వ పటమున సూచింపబడినది.



A = తుపాకి గొట్టము నుండి వెలువడిన **U**235 ముక్క

B & C = స్థిరముగా ఏర్పాటై యున్న రెండు **U**235 ముక్కలు

పటము. 17.

తుపాకీగుండుయొక్క వేగము, సెకనుకు సుమారు ఆరు మైళ్లచిల్లర. ఆగుండు నాలుగంగుళములదూరము పోవుటకు సెకనులో ఒకలక్షోభాగము పట్టును. కనుక A అను ముక్కను తుపాకిగుండువలె పోనిచ్చి B, C. అను ముక్కలమధ్య హత్తుకొనేటట్లు ఒకసెకనులో లక్షోభాగముకాలములో చేయవచ్చును.

ఏటంబాంబుయొక్క ప్రథమ పరీక్ష:— బాంబునుతయారుచేసి ప్రేల్చుటకు కావలసిన సర్వసన్నాహములు 1945 జూను నెలాఖరునకు లాజ్‌ఎలామజ్‌లో పూర్తియైనవి. ఇన్నిసంవత్సరములనుండి ఏకదీక్షతో చేసిన పరిశ్రమయొక్క

ఫలితము తెలిసికొనుకాలము తటస్థించినది. ఏమగునో, ఇంతపనీ వృథాయగునేమో, యనుశంకలు శాస్త్రవేత్తలకు అలజడి కలుగ జేసినవి.

న్యూమెక్సికో ఎడారిలో ఒకవిమానాశ్రయమున్నచోట. బాంబుప్రేల్చుటకు కావలసిన ఏర్పాట్లు నిపుణులైన శాస్త్రజ్ఞులు, ఇంజనీర్లు, టెక్నీషియనులు సిద్ధపరచిరి. బాంబుప్రేలుటవలన కలిగే పరిణామములు అతిభయంకరమైనవని తెలిసికొని యుండుట చేత వారందరు అతిఆత్రముతో కాలమును ప్రతీక్షించుచుండిరి. అట్టితటి జూలై 16 వ తేదీ ఉదయమున 5 — 30 గంటలకు, విమానాశ్రయమునందేర్పరచిన స్థలమునందుండి — వేయిసూర్యుల కాంతిగల ఒకవిలక్షణమైన వెలుగుదయించినది. అదియొక ఆకు పచ్చని వింతసూర్యోదయమువలె నుండెను. గోళాకారముననున్న యీవింతవెలుగు, ఒకత్రుటికాలములో 10,000 అడుగులఎత్తున కెగసెను. ఇంకనుపెరిగి, మినుముట్టి, అతిభయంకరమై, ఆకాశమును భూమిని ఆక్రమించెను. ఈ అగ్నిపిండముయొక్క అడ్డకొలత ఒకమైలుండెను. తుపాకిగుండువంటి వేగముతో పైకెగయునపుడు ఎఱుపునుండి వంగపండుఛాయవరకుగల రంగులతో అది ప్రకాశించెను. పైకెగసినకొలది పెద్దదిగా పెరిగెను. యుగాంతరములనుండి శృంఖలబద్ధమైయున్న ప్రకృతియొక్క శక్తి — పరమాణువులలో నిబిడీకృతమైయున్న మహాశ్శక్తి — భూతాకారముతో స్వేచ్ఛావిహారము సలిపినదా అనిపించినది. భూమి నోరుతెఱచినదా, ఆకాశము వ్రక్కలైనదా అన్నట్లుండెను.

ఆ అగ్నిగోళము పైభాగముయొక్క ఉష్ణోగ్రత సూర్య బింబము పైభాగముయొక్క ఉష్ణోగ్రతకంటె ఎక్కువేయని సుమారు 10,000 సెంటుగ్రేడు డిగ్రీలని అంచనావేయబడినది. ఆసమయమునపుట్టిన అగాదువలనకలిగిన ఒత్తిడి సుమారు లక్ష కోట్ల ఎట్మాస్ఫియరులని యూహించబడినది. (ఒకఎట్మాస్ఫియరు ఒత్తిడి, ఒకచతురపు అంగుళముమీద 15 పౌనుల బరువుంచినచో కలిగే ఒత్తిడికి సమానము.) ఈ అగాదువలన కలిగిన ధ్వంసము కంటె, ఆయగ్నిజ్వాలాగోళమునుండి వెలువడిన నానావిధములగు కాంతిపుంజములు, చుట్టుపట్లనున్న వాటినన్నిటి కాల్చివేసి భస్మము చేయుటవలన కలిగిన విధ్వంసనమే హెచ్చైయుండెను. బాంబు ప్రేలినచోట, అరమైలు చతురముగల ఇసుకనేలయంతయు ఎంతో లోతువరకు కరగి, బ్రహ్మాండమైన గాజుపలకగా మారిపోయి నది! చుట్టుపట్ల పదిమైళ్ల దూరమువరకు అగాదు ఒత్తిడి వ్యాపించినది. ప్రళయోద్దండములగు యనుభవములు కలిగినవి. శాస్త్రజ్ఞుల పరమాణుబాంబు ప్రయత్నము ఇట్లు సఫలీకృతమైనది.

జ పా ను రే వు ప ట్ట ణ ము ల పై ని ప ర మా ణు బాం బు ప్ర యో గ ము :— అమెరికా సైన్యాధికారులు, మిత్రమండలివారి యనుమతితో, విజయకాంక్షతో, శత్రుపట్టణ ముల మీద పరమాణుబాంబును ప్రయోగింప నిశ్చయించుకుని 1945 ఆగస్టు ఆరవతేదీ సోమవారముదయమున 8–15 గంటలకు, జపానురేవుపట్టణమగు హిరోషీమాపై ఏటంబాంబును ప్రయో గించిరి. ఈబాంబుకూడ తేలికయురేనియము బాంబే. మానవ

చరిత్రలో, యుద్ధప్రక్రియలలో, అతిఘోరమైన నూతనయుగము ప్రారంభమైనది. నిరాయుధులును, నిరపరాధులును, తమకు రాబోవు ఆపత్తు ఇట్టిదని ఎరుగని అమాయకులును, అగు సామాన్యప్రజలు ఒకక్షణములో 80,000 వేలమంది, మృతినొందిరి. లక్షకుమించి, దెబ్బలుతగిలి, గాయపడిరి. రెండు రోజుల తరువాత ఆగస్టు 8 వ తేదీని నాగసాకీయను రేవుపట్టణము ఆటంబాంబుప్రయోగమునకు గురియైనది. ఈబాంబు ప్లూటోనియము బాంబు. ప్లూటోనియముబాంబు యురేనియము బాంబు కంటె నూటికి 15 వంతులు ఎక్కువవిధ్వంసన మొనర్చినది. బాంబుప్రేలుటలోపుట్టిన న్యూట్రానులు, గామాకిరణములు మనుష్యులలోని ఎముకలవరకు చొరబడి, కొన్నాళ్లకు దుర్గుణములను పుట్టించి, తరువాత ప్రాణములను తీసివేసినవి. మరియు కట్టడములు, గృహములు కూలిపడుటచేత, వాటిక్రింద పడిపోయి అనేకులు మరణించిరి. బాంబుప్రేలినప్పుడు మహత్తరమైన ఒత్తిడి గాలిలోకలిగినది. పెద్దతుపానురేగినప్పటికంటె ఎక్కువగా గాలిరేగి, చెట్లు, ఇండ్లు నేలమట్టమైనవి. ఎలక్ట్రిసిటీ తీగలు తెగుటచేత ఇండ్లలో నిప్పంటుకొని, అగ్నిప్రమాదములు సంభవించినవి. ఇట్లు రెండుపట్టణములు వరుసగా సర్వనాశనమగుటచేత మిత్రమండలివారికి జపానుదేశము దాసోహమ్మన్నది. అంతటితో ద్వితీయమహాసంగ్రామము నిలిచిపోయినది.

ప్లూటోనియము, యురేనియముబాంబులయొక్క శక్తి సుమారు 20,000 టి. యన్. టి. బాంబుల శక్తికి సమానమని

తెక్కలుగట్టబడినవి. కాని, వీటిప్రయోగానంతరము జరిగిన విధ్వంసనమునుబట్టి చూడగా 2,000 టి. యన్. టి. బాంబుల యొక్కశక్తిమాత్రమే వెలువడినదని నిర్ధారణమైనది. ఉత్పత్తి యగుననుకొన్న శక్తిలో. పదోభాగమే ఆటంబాంబు ప్రయోగ ములో కార్యరూపమును దాల్చినది. ఇది, కీడులోమేలు.

నేలమీద, పట్టణములమీద ప్రయోగించినప్పుడు జరిగే వినాశనమును తెలిసికొన్న తరువాత యుద్ధనావికాదళముపై బాంబును ప్రయోగించిన, ఏమగునో తెలిసికొనుటకై, యుద్ధానంత రమున 1946 జూను మాసములో బికినిద్వీపమువద్ద ఒక నావికా దళమును (అంతగా ఉపయోగములేని, వివిధములగు ఓడలను) కూర్చి, అవితేలియున్న సముద్రప్రదేశముయొక్క అడుగుభాగ ములో పరమాణుబాంబును పేల్చిరి. బ్రహ్మాండములైన కెరట ములు సముద్రమునపుట్టినవి. నావికాదళమంతయు ఆకాశములోనికి ఎగిరిపోయినది. నావలు, ఓడలు, చిందరవందరై పడిపోయి, అనేకరీతుల బ్రద్దలైపోయి, సర్వనాశనమైనవి. నూతనప్రమాద ములు గుర్తింపబడినవి. ఎట్లనగా — కేంద్రకవిచ్ఛేదనమువలన అనేకములగు రేడియోఏక్టివు పరమాణువులుత్పత్తియగునుగదా. అవన్నియును సముద్రపునీటితో బాగాకలసిపోవును. కెరటముల దెబ్బలచేత పైకెగురు నీటితుంపరలద్వారా, ఈరేడియోఏక్టివు పదా ర్థములు పైకివచ్చి, నీటిమీదనున్న నావలమీద పడును. మరియు ఒడ్డుమీదనున్న స్థలములమీదకు ఆతుంపరలు, గాలివాటమునకు కొట్టుకునివచ్చెను. అందుచేత, అగాధైన ఒకగంటకు, యుద్ధ

శాఖకు చెందిన విమర్శనాదళమువారు నావలున్నచోటికి పోబోగా, ప్రమాదకరమైన, భయంకరమైన, రేడియోఏక్టివుపదార్థ మిశ్రితమైన, దట్టమైన, ఒకతెర అడ్డమువచ్చినది. అది చొరకూడనిదగుటచేత దళమువారు తిరిగివెళ్లిపోయిరి. మూడవనాటికికూడ చొరుచుకునివెళ్ల వీలుకలుగలేదు. వారముతరువాత కొన్నినిముషములపాటు మాత్రమున్నూ, ఒకనెలతరువాత ఒకగంటవరకున్నూ ఉండుటకు వీలుకలిగినది. కొన్నిసంవత్సరములవరకు రేడియోఏక్టివిటీ అపాయము ఆనావలలో డాగియుండునని నిశ్చయింపబడినది. బాంబుపేల్చిన ఒకసంవత్సరము తరువాతనుకూడ ద్వీపమునువిడిచి బైటకువెళ్లిపోయిన ప్రజలు, తిరిగివచ్చి కాపురములు చేయ వీలులేనంతటి ప్రమాదస్థితిలో బికినీద్వీపముండెను.

భావికాలములో ఎప్పుడైనా న్యూయార్కునౌకాశ్రయముదాపున ఒకపరమాణుబాంబు ప్రేలి, న్యూయార్కుకేసి గాలివీచినచో 20 లక్షలప్రజలు తప్పక మృతిపొందగలరని దీనినిబట్టి అంచనావేయబడినది. అట్టిప్రమాదమే తటస్థించినచో ఉపద్రవమునుండి తప్పించేయుపాయములేదని, శాస్త్రజ్ఞుల యభిప్రాయము. అన్నిటికంటె పరమరక్ష, ఏకైకరక్ష, బాంబును ప్రయోగించకుండుటయే !



F. W. Aston



J. J. Thomson



Niels Bohr



P. Curie



H. Becquerel



Marie Curie



J. P. Cockcroft Lord Rutherford E. T. S. Walton



Lord Rutherford



P. M. S. Blackett



J. Chadwick



H. C. Urey



J. P. Cockcroft



E. O. Lawrence



A. Einstein



F. Joliot



E. Fermi



Otto Hahn



J. R. Openheimer

VIII

భావి పరిణామము

భావిలో రాబోవుయుద్ధములయందు, రాజకీయములయందు, ఏటంబాంబుకారణముగా ఎట్టిపరిణామమురాగలదో ఊహించదగిన విషయము. యుద్ధముముగిసి ఇప్పటికేడేండ్లయినది. ఈనాటివరకేమిజరిగినదో, ఎట్టిస్థితిలో మనమున్నామో, ముందుచేయ తగినపని యెట్టిదో ఆలోచిద్దాము.

శ్రేష్ఠతరమైన బాంబు (Super bomb) :—ఏటం బాంబులో వాడబడే తేలికయురేనియములోగాని, ప్లూటోనియములోగాని పదోభాగముమాత్రమే ఉపయోగపడి బాంబుపేలుచున్నది. మరియు ఆపదోభాగములోని ప్రతికేంద్రకము విచ్ఛేదమై రెండేసి తేలికకేంద్రకములు ఏర్పడి, దానివలనకలిగేశక్తిమాత్రమే వెలువడుచున్నది. మొత్తపుద్రవ్యములో వెయ్యోవంతుకు సమానమగు శక్తిమాత్రమే వెలువడుచున్నది. ద్రవ్యమంతయు శక్తిక్రింద మారుటలేదు. అందుచేత, ఇంతకంటె ఎక్కువశక్తివెలువడే బాంబులకై యన్వేషణ జరిగితీరగలదు. * బాంబులోని ద్రవ్యమంతయు మాయమై సర్వము శక్తిగామారేప్రయత్నములు కొనసాగవచ్చును. కాని, అట్టిదెన్నటికిని సాధ్యపడదని శాస్త్రజ్ఞులు

---

* 1951 వేసవికాలములో పసిఫికు మహాసముద్రమందలి ఒకద్వీపములో ప్రేల్చిచూచిన ఏటంబాంబు ప్లూటోనియముబాంబుకంటె ఐదురెట్లు శక్తివంతమైనదని అమెరికా యుద్ధప్రచురణశాఖవారు ప్రకటించిరి.

భావించుచున్నారు. ప్రకృతిసిద్ధమైన యురేనియమునుండి ఎంతో శ్రమచేసి తేలికయురేనియము, ప్లూటోనియములను తయారుచేసి, వాటినుపయోగించి బాంబునుచేయుటకంటె, సులభమగు ఇతర మార్గములు కనిపెట్టబడవచ్చును. వియన్నానగరమందు సుప్రసిద్ధుడైన, పరమాణుతత్వశాస్త్రజ్ఞుడగు ఆచార్య హాన్స్‌థిర్రింగు (Prof. Hans Thirring) ఈవిషయములో కొన్నివివరములను సూచించెను. ఏమనగా, "ప్లూటోనియముబాంబు పేల్చినప్పుడు కొన్నికోట్ల సెంటిగ్రేడుడిగ్రీల ఉష్ణోగ్రత పుట్టుచున్నది. హైడ్రజను గాలినిగాని, లితియములోహమునుగాని ఆఉష్ణోగ్రతలో ప్రవేశపెట్టగలిగినచో అవి హీలియముగాలిగా మారిపోవును. ఈమార్పులవలనపుట్టేశక్తి, పరమాణుబాంబువలనపుట్టేశక్తికంటె ఎంతోఎక్కువగా ఉండగలదు. అట్టిసన్నివేశముచేత తయారయే బాంబుయొక్క ధ్వంసక్రియ, చాలాఎక్కువగా ఉండును. ఈరీతిని శ్రేష్ఠతరమైన బాంబును సృష్టించవచ్చును. విరివిగాదొరకు లితియము నుపయోగించినచో నిర్మాణపుఖర్చు చాలాతగ్గును. అట్టి బాంబు, వేయిరెట్లు శక్తివంతముగా ఉండగలదు. ఇట్టి తీవ్రతరమగు బాంబులు చాలా బరువుగాఉండును. వీటిని మోసికొనిపెళ్లుటకు ఎక్కువ శక్తివంతములగు, విశాలములగు, విమానము లవసరము" అని.

జపానునగరములమీదకు కొన్నివేల అడుగులఎత్తునకు విమానములపైనెగిరి అక్కడనుండి బాంబులను వదలినారు. అవి నగరముపైన 1,000 – 1,500 అడుగుల మధ్యగల ఎత్తున

పేలినవి. ఈపని మిక్కిలిశక్తివంతములగు బి 29 (B29) బాంబువిమానముల వలనకాని సాగనేరదని తెలియుచున్నది. అందుచేత ఆబాంబులయొక్క బరువు 5, 6 టన్నులై యుండునని అంచనావేయబడినది. ఇంకను తీవ్రతరములగు పరమాణుబాంబులు ఎంతబరువుండునో వాటినిమోసికొనిపోయి వదలుటెట్లో మొదలగు విషయములగురించి ఆలోచనలు సాగవలసియున్నది, సాగుచున్నవికూడా *

బాంబుయొక్క శక్తి పెరిగినకొలదీ దానివిధ్వంసకశక్తి కూడ సమానముగా పెరుగుననుటకు వీలులేదు. నేటిబాంబు 2,000 టి. యన్. టి. బాంబులయొక్క విధ్వంసకశక్తికి సమానమైనది గనుక శ్రేష్ఠతరబాంబు 3,000 టి. యన్. టి. బాంబులకు సమానముగా ఉండవచ్చునని చెప్పవచ్చును. రెండవప్రపంచ సంగ్రామములో ఇంగ్లాండువారు. 12 లక్షల టి. యన్. టి. బాంబులను వేసి జర్మనీదేశమును ధ్వంసముచేసిరి. అట్టినాశనము జరుగవలెనంటే శ్రేష్ఠతరబాంబులు 400 లైనా కావలెను. ఐతే అట్టిబాంబులను ప్రతిస్థలముమీదను ప్రయోగించిన లాభములేదు. గురియగు స్థలముయొక్క వైశాల్యము 7 – 8 చతరపుమైళ్లకు తక్కువైతే పరమాణుబాంబు ప్రయోగమవసరములేదు. టి. యిన్. టి. బాంబే

---

* బి 29 బాంబర్లకంటె శక్తివంతములగు, విమానములను అమెరికావారు, రష్యావారు తయారుచేసినట్టు తెలియుచున్నది. అవి రెండుమూడువేలమైళ్ల దూరమునగల శత్రుస్థానములమీద బాంబులనువేసి తిరిగిరాగలిగినంతటి శక్తివంతములనికూడ తెలియుచున్నది.

చాలును. అందుచేత పెద్దపెద్ద పట్టణములమీద ప్రయోగించుటకు తప్ప ఇతరఉపయోగము ఏటంబాంబునకుండదు.

అట్టిబాంబులు 400 కావాలంటే ఎంతయురేనియము కావాలి? అదిసులభముగా లభ్యమగునా? ఈరేటున యురేనియమును ఉపయోగించినచో ప్రపంచమందలి యురేనియ మెంత కాలము రాగలదు? క్రొత్తక్రొత్త స్థలములలో యురేనియము బాగా దొరకినగాని కొన్నివందలయేండ్లవరకైన ఈపనిసాగదే, అను విచారణలు కలిగినవి. క్రొత్తయురేనియముగనులు రష్యా, చైనా మొదలగు బహువిశాలములగు దేశములయందు దొరకవచ్చును. అమెరికా, బ్రిటనుల స్వాధీనములోనున్న దేశములయందు అంతగా దొరకకపోవచ్చును. ఇట్టిస్థితిలో కొద్దిసంవత్సరములలో రష్యావారుకూడ ఏటంబాంబులను చేకూర్చుకోవచ్చును. అప్పుడు ప్రపంచరాజకీయ వ్యవస్థ తారుమారుకావచ్చును. అను తర్కము 1946 నకే ప్రారంభమైనది.

రా జ కీ య ప రి ణా మ ము:— 1945 లో యుద్ధసమాప్తి యగువరకు, బ్రిటను, అమెరికా, రష్యాలు మిత్రరాజ్యములుగా యుండెను. కాని క్రమముగా రష్యావారు విడిపోయి బ్రిటను, అమెరికాలకు ప్రతిపక్షులుగా పరిగణింపబడుటకు కారణమేమియను ప్రశ్నకు, సమాధానము కొంత తెలిసికోవలసిన విషయము. 1945 ఫిబ్రవరి నెలలో యాల్టాలో జరిగిన సమాలోచనలో స్టాలిను, తనమనోనిశ్చయము నిట్లు ఉద్ఘాటించెను: "జర్మనీ పతన

ఈప్రాంతములలోనికి రానివ్వకుండ చేయవచ్చును. ఇదివరకే రష్యాయొక్క సైన్యమపారము, దేశమూ చాలాపెద్దది. నేలమీద రష్యాతో తులతూగేవారెవరూలేరు. అందుచేత సముద్రముమీద నైన క్షేమముగాఉండవలెనంటే, జపాను దరిదాపులకు రష్యాను రానీయకుండుటయే క్షేమమని, అమెరికా ఆలోచించినది. జూలై 16 - ఆగస్టు 6 తేదీల మధ్యగల 20 దినములలో అతితొందరగా ఏర్పాట్లుచేసి, జపానునగరములమీద బాంబులువేసి, అమెరికా, జపానును స్వాధీనముచేసికొన్నది. ఈప్రయత్నములేమియు రష్యాకుతెలియవు. రెండోబాంబు వేసిననాటికే రష్యా, జపాను మీద యుద్ధప్రకటనచేసినది. కాని, యుద్ధముసాగించనవసరము లేదని తెలిసికొన్నది.

ఇది ఇట్లుండగా, 1945 జూనులోనే, అమెరికాలో గుమి గూడియున్న పరమాణుశాస్త్రజ్ఞులందరు సమావేశమై, ఏటంబాంబు జయప్రదమగు సమయమాసన్నమగుచున్నదే, దీనివలనకలిగే రాజకీయమైన, సాంఘికమైన, యుద్ధసంబంధమైన, మహత్తర మగు మార్పులు, విప్లవములు ఎట్టివికలుగవచ్చునని ఆలోచన చేసిరి. ఒకకమిటీగా ఏర్పడిరి. బాంబువిజ్ఞానము, నిర్మాణము, ప్రయోగము మొదలగువిషయములు ఒక్కఅమెరికావారే రహస్య ముగా ఉంచుకొనుటకు వీలులేదని, వాటినిమిత్రరాజ్యములకు తెల్పకుండ ఉంచుట ప్రమాదకరమని, అట్లుతెల్పనిచో మిత్ర రాజ్యములమధ్య వైషమ్యములు పెరుగునని, ఏటంబాంబులను మాత్రమే ప్రయోగించి యుద్ధములను గెలుచుట కలలోని వార్త

యని, కడువైశాల్యముకల రష్యా, చైనాదేశములుతప్ప, ఇతర దేశములు పరమాణుబాంబు ప్రయోగమునకు ఆగి బ్రతుకలేవని, ఎన్నటికిని ఈబాంబులను జనభూయిష్టములైన పట్టణములమీద ప్రయోగించరాదని, అట్లుచేయుట కేవలము రాక్షసకృత్యమని, దానివలన తుదకుకీడేకూడునని, మొదలగు విషయములు నిర్ణయించి, తీర్మానించుకున్నారు. అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్ర సైనికశాఖా ప్రముఖునిద్వారా ఈతీర్మానములను ట్రూమనధ్యక్షునకు నివేదించిరి. కాని, రాజకీయముగా రష్యాకంటె పైచెయ్యిగా ఉండవలెనని, బేలెన్సుఆఫ్ పవర్ (Balance of Power) సంపాదించవలెనని, అమెరికా, బ్రిటనుదేశములు రష్యాకుతెలియజేయకుండా జపానుపై ఏటంబాంబులు ప్రయోగించిరి. బాంబులను ప్రయోగించకున్నను మరికొన్నిమాసములలో రష్యాసహాయముచేత జయమునిశ్చయమేయని ఎరిగికూడ, రాజ్యలోభముచేత అట్లుచేసిరి.

మరియు, 1945 జూను 20 తేదీని, యుద్ధనాయకులతో సంప్రతించి, తక్షణము యుద్ధమాపవలసినదని, జపానుదీవుల సంరక్షణకై సర్వప్రయత్నములు కేంద్రీకరించవలసి యున్నదని, జపానుచక్రవర్తి చెప్పియుండెను. ఏమైననుసరే, ఎట్టిషరతుల మీదనైననుసరే, యుద్ధశాంతిని చేకూర్చవలెనని, రహస్యప్రయత్నములు కూడా జపానుచక్రవర్తి చేసెను; కాని సాగలేదు. మిత్రరాజ్యములవారి విమానదాడులబలము నిరాఘాటమైపోయినది. ఆస్థితిని తట్టుకోలేని అవస్థకు జపానువచ్చినది. అందుచేత 1945

నవంబరు లోగానే జపానులొంగిపోయితీరునని జపానులోని, అమెరికాలోని యుద్ధనిపుణులకు బాగాతెలుసును.

ఇన్నితెలిసికూడా, ట్రూమను, 1945 ఆగస్టు 9 తేదీని – అనగా రెండవబాంబుప్రయోగమైన మరునాడు – ఈక్రిందిరీతిని ఒకప్రకటనచేసెను. "అమెరికాసైనికులు, మిత్రరాజ్య సైనికులు లక్షలకొలది నష్టముకాకుండా ఆపుటకును, యుద్ధమువలనకలిగే తీవ్రమైనబాధల నాపివేయుటకును, పరమాణుబాంబులు ప్రయోగించవలసివచ్చినది." ఇదేనిజమైనచో రష్యావారితో సంప్రతించకుండ రహస్యముగా ప్రయోగించవలసిన పనిలేదు. కొన్నిమాసములనుంచి పెద్దప్రయత్నముచేసి, మిత్రరాజ్యములవారి యాదేశప్రకారము జపానుపై, రష్యాదండెత్తుటకై సర్వసిద్ధమై వచ్చియుండగా, ఆదండయాత్రయొక్క ఫలమును చూచుటకు కొన్ని మాసములైనా ఆగి, రష్యాతోచెప్పి, బాంబును ప్రయోగించుట సాధారణధర్మము. కాని, ధర్మవిరుద్ధముగా ప్రవర్తించుటకు కారణము వేరేయున్నదని స్పష్టమగుచున్నది. దూరప్రాచ్యమున రష్యా కాలుపెట్టకుండా అధికారమునంతయూ, అమెరికాయే చేయవలెనన్న పేరాశయొక్కటే కారణమని చెప్పవలసియున్నది. అట్టికారణముచేత బాంబులుప్రయోగింపబడినవి. ప్రపంచద్వితీయ సంగ్రామమును అంతమొందించుటకుగాను చేసిన తుట్టతుది ఘనకార్యమే కాకుండా, ఈప్రయోగము మిత్రరాజ్యములలో ముసలమును పుట్టించుటకు, మూడవప్రపంచ సంగ్రామమునకు పునాదు

లను వేయుటకు మొట్టమొదటి సాధనముకూడా యైనదని చెప్పు టలో అతిశయోక్తి ఏమీలేదు.

అవసరమైతే ఎంతప్రాధేయమైనాపడి, ఎంతో సహాయ మును పొంది, అట్టిసహాయముచేసిన తమకు, కలిగిన కష్టనష్ట ములను లెక్కచేయక, స్వలాభముకలుగునని తోచిన మరుక్షణ మందే, తమ ప్రమేయములేకుండగనే, ధర్మాధర్మవిచారణతో పనిలేకుండగనే, అమెరికావారు ప్రవర్తించితీరుదురు, అనే గట్టి నమ్మకము రష్యాకు కలిగిపోయినది.

ఐతే, అమెరికావారు ప్రజాపరిపాలనా విధానమందు ఆరి తేరి, ప్రపంచక్షేమమునకై, శాంతికై పట్టుదలగాపనిచేయుచు, ధర్మపాలనదీక్షవహించి పేరుపొందియున్నారే, అట్టివారు అధర్మ మగు నిట్టికార్యము రష్యాపట్ల ఏలచేసిరి ? దానికితగిన కారణ ముండదా ? అని విమర్శించుకోవలసియున్నది. ప్రపంచమందు నియంతలని పేరుగన్న ముగ్గురిలో ఇద్దరుకీర్తిశేషులైరి. తన పరిపాలనా విధానమును — కమ్యూనిజమును — ప్రపంచమందంత టను వ్యాపింపజేసి, ప్రజాస్వామిక పరిపాలనమును నిర్మూలించ వలయునని రష్యాదీక్షబూనియున్నది. రష్యాదేశవైశాల్య మపరి మితము; నలభై లక్షలకుపైగా కాల్బలము సర్వసన్నాహ సమృ ద్ధమై యున్నది. 14,000 యుద్ధవిమానములుకలవు. కొన్నివేల జట్ విమానములు (Jet planes) తయారుగాఉన్నవి. ఐరోపాలోని తూర్పుననున్న దేశములు రష్యానియంతృత్వముక్రింద మెలగు

చున్నవి. కొన్నిసంవత్సరములు గడియకముందే - 1950 సంవత్స రమునకు లోగానే రష్యావారు పరమాణుబాంబులను తయారు చేయవచ్చును. * అట్టితరి ఇదివరకే బలవంతమైన రష్యాకు, పట్ట పగ్గాలుండవు. న్యాయమును, ధర్మమును ఆలోచించి రష్యాకు ఏటంబాంబురహస్యమును వెల్లడించినచో ఏమగునో నమ్మరాదు. రష్యావారు బాంబులనుతయారుచేసి అమెరికాపట్టణములమీద, ప్రజలమీద ప్రయోగించి, అమెరికాకు బహుఉపద్రవము కలిగించ వచ్చును. అని, అనేకరీతుల రాజకీయవేత్తలు, ప్రజలు, పెట్టుబడి దారులు, అందరూ, అమెరికాలో భయభ్రాంతులై, రష్యావారంటే ఎంతమాత్రము నమ్మకములేకపోయినది. అందుచేత రష్యాకెంత మాత్రమును సావకాశమీయరాదని, ఇచ్చినచో ప్రపంచమునకు క్షేమములేదని, రష్యావలన ప్రపంచమునకు కలిగేకీడును ఆపుటకు గాను, ఆపుదలయుద్ధమును (Preventive war) రష్యాపై సాగించ వలెనని కూడా, అమెరికా చాలా ప్రయత్నముచేసినది. కాని అట్టి ప్రయత్నము ఉపద్రవకరమని, చేయరానిపనియని, అమెరికా శాస్త్రవేత్తలనేకులు - ఓపెన్ హైమర్ మొదలగువారు, అమెరికా సైన్యాధికారులు, గట్టిగావాదించుటచేత, అదిసాగలేదు. అదికాక, రష్యారాజ్యాంగవేత్తలు, సైనికాధికారులు యుద్ధమునకు సిద్ధముగా ఉన్నారని, సమయమునకు వేచియున్నారని అనుకొనుటకు, అమె రికావారి భయముతప్ప, ఇతరకారణములు లేవని అమెరికాలోని ప్రాజ్ఞులు బోధచేసిరి. రష్యా, అనేకరీతుల దెబ్బతినియున్నది.

---

* 1949 నాటికే పరమాణుబాంబులను రష్యావారు తయారుచేసినట్లు తెలిసినది.

ధ్వంసమైనది. నష్టపడినది. వీటినుండి తేరుకొనుటకే కొన్ని సంవత్సరములు పట్టును. ఏటంబాంబు తనకులేదే, ఏమిచూచుకుని కయ్యమునకు రష్యాదిగగలదు, అని వారు అమెరికాఅధికారులకు నచ్చచెప్పిరి. దానిపైన ఆపుదల యుద్ధప్రయత్నమును 1947 లో అమెరికా విరమించుకున్నది.

ఈలోగా 1946 జనవరిలో అంతర్జాతీయ పరమాణుశక్తి విచారణసంఘము (United Nations Atomic Energy Commission) ఏర్పాటైనది. పరమాణుశక్తిని ఖాయిదాలో, కంట్రోలులో, ఉంచుట ఈసంఘోద్దేశము. ఈవిషయములో రెండుకక్షలేర్పడినవి. అమెరికా — ఇంగ్లీషువార లొకకక్ష, రష్యావారు రెండోకక్ష, ఇరుకక్షలవారికి అభిప్రాయభేదములు కలిగినవి. "ఏటంబాంబులు ఉపద్రవకరములు. ప్రపంచనాశనహేతువులు. ఆబాంబులుచేయు విధానముయొక్క రహస్యమును ఇతరులకు చెప్పుటకు వీలులేదు. బాంబులుతయారుచేయుట కుపయోగపడు ముడిపదార్థములను ఏదేశమువారును ఉపయోగించరాదు. బాంబులకంటె ఇతరములగు, ప్రజాక్షేమకరములగు ఉపయోగములున్నను, ఆఉపయోగములను అన్నిదేశములవారు వదలుకొనవలెను" అని మొదటి కక్షవారి వాదము.

"అమెరికాదేశము సర్వసంపదలతో తులతూగుచున్నది. జనుల జీవనసౌఖ్యభృతి (Standard of living) నూటికి నూరు వంతులైయున్నది. వారితరువాత ఇంగ్లండుదేశములోని సౌఖ్య

భృతి నూటికి డబ్బైయైదు వంతులైయున్నది. రష్యావారి భృతి నూటికి పదునెనిమిది వంతులుమాత్రమే. ఈజీవనభృతులు దేశమందుత్పత్తయే శక్తిమీద ఆధారపడియుండును. దేశమందు పవరు ఎంతఎక్కువైతే అంత సుఖజీవనభృతి పెరుగును. పవరు ఎంతవరకు వృద్ధిచేసుకోవలెనో అంతా, అమెరికాదేశ మిదివరకే వృద్ధిచేసికొనియున్నది. రష్యాలోపవరు, ఇంకా ఆరురెట్లు పెంచిన గాని సర్వసమృద్ధముకాదు. బొగ్గుగనులమూలమునగాని, నీటిధారల వలనగాని ఈవృద్ధిని చేసికొనుటకు రష్యాలోని వసతులు చాలవు. పరమాణుశక్తి నుపయోగించి పవరును వృద్ధిచేసుకోవలసిన అవసరము మాకెంతోయున్నది. మాకేకాదు, చైనా, ఇండియాదేశములలో శక్తిపరిమాణము, జీవనసౌఖ్యభృతి నూటికి రెండువంతులైనాలేదు. ఈలాగున ఎన్నిదేశములలోనో కొరతయున్నది. అందుచేత, బాంబులుపద్రవకరము లనుసాకుతో, పరమాణుశక్తివలన బహుజనులకుకలుగు క్షేమలాభములను, అరికట్టుట ప్రపంచమునకెంతో అన్యాయము. మీవాదము కేవలము ఒకమిషగాని, నిజముకాదు. మేముకూడ, బాంబులను చేసిపోదుమేమోయని, ప్రపంచమునకంతకును నియంతలగుదుమేమోయని, మీదురభిప్రాయము. ఈదురభిప్రాయమును గొప్ప నయవాక్యములతో మీరుకప్పిపుచ్చుచున్నారు" అని రష్యావాదము.

అందుచేత పరమాణుశక్తి సంఘమందు తీవ్రమగు ప్రతిష్టంభన మేర్పడినది. ఈసంఘమునిష్ప్రయోజనమని తెలిసికొని 1948 లో దానిని రద్దుచేసిరి. యూరవులోని, బ్రిటను, ఫ్రాన్సు,

బెల్జియము, హాలెండు, డెన్మార్కు, లగ్జంబర్గు దేశములతో అమెరికావారు, కనడావారు కలిసి, అట్లాంటికు ఒడంబడిక (Atlantic Pact) చేసుకున్నారు. వీరితో ఇటలీకలసినది. జర్మనీలో పశ్చిమభాగము వీరియాధీనములో నున్నది. తక్కిన చిన్నరాజ్యములు, పెద్దవి, చాలావరకు ఏదో ఒకపక్షమును చేరియున్నవి. ఏపక్షమునవలంబింపని ఇండియావంటి దేశములుకూడ కలవు.

అమెరికాఅండ చూచుకుని ఎన్నోసంవత్సరములనుండి, జపానుతోను, కమ్యూనిస్టు చైనాతోను, జాతీయచైనా, యుద్ధము సాగించినది. కాని జాతీయచైనాబలము క్రమముగా క్షీణించి చైనాదేశమునంతను విడిచిపెట్టి తుదకు ఫార్మోజాచేరి, అచ్చట స్థావరమేర్పరుచుకున్నది. చైనాయంతయు కమ్యూనిస్టు చైనావారి యాధీనమైనది. అంతదేశమును ఆక్రమించుకుని సక్రమముగా రాజ్యమునుచేసుకొనుచున్నప్పటికినీ, కమ్యూనిస్టు చైనాకు మిత్రజాతి సమితిలో ప్రాతినిధ్యము లభ్యముకాలేదు. జాతీయచైనాకే ఆస్థానముఇంకను కట్టబెట్టబడినది. ఇదిఇట్లుండగా, రెండుసంవత్సరముల క్రిందట ఉత్తరకొరియనులు దక్షిణకొరియామీద దాడిసలిపి ఆక్రమించుకొనిరి. ఇది రష్యాచేయు కుతంత్రమనియెంచి, అంత ర్జాతీయ సమితిలోని అధికసంఖ్యాకులభిప్రాయపడి, ఈదురాక్రమణను నిరోధించ నిశ్చయించిరి. ముఖ్యముగా, అమెరికావారు సైన్యములను దింపి కొరియాలో యుద్ధమునుసాగించుచున్నారు. ఉత్తరకొరియనులకు కమ్యూనిస్టుచైనావారు సహాయపడుచున్నారు. ఇదితీరని సమస్యగా, ప్రపంచక్షేమమునకు భంగకరమగు పరి

భృతి నూటికి డబ్బైయైదు వంతులైయున్నది. రష్యావారి భృతి నూటికి పదునెనిమిది వంతులుమాత్రమే. ఈజీవనభృతులు దేశమందుత్పత్తయే శక్తిమీద ఆధారపడియుండును. దేశమందు పవరు ఎంతఎక్కువైతే అంత సుఖజీవనభృతి పెరుగును. పవరు ఎంతవరకు వృద్ధిచేసుకోవలెనో అంతా, అమెరికాదేశ మిదివరకే వృద్ధిచేసికొనియున్నది. రష్యాలోపవరు, ఇంకా ఆరురెట్లు పెంచినగాని సర్వసమృద్ధముకాదు. బొగ్గుగనులమూలమునగాని, నీటిధారల వలనగాని ఈవృద్ధిని చేసికొనుటకు రష్యాలోని వసతులు చాలవు. పరమాణుశక్తి నుపయోగించి పవరును వృద్ధిచేసుకోవలసిన అవసరము మాకెంతోయున్నది. మాకేకాదు, చైనా, ఇండియాదేశములలో శక్తిపరిమాణము, జీవనసౌఖ్యభృతి నూటికి రెండువంతులైనాలేదు. ఈలాగున ఎన్నిదేశములలోనో కొరతయున్నది. అందుచేత, బాంబులుపద్రవకరము లనుసాకుతో, పరమాణుశక్తివలన బహుజనులకుకలుగు క్షేమలాభములను, అరికట్టుట ప్రపంచమునకెంతో అన్యాయము. మీవాదము కేవలము ఒకమిషగాని, నిజముకాదు. మేముకూడ, బాంబులను చేసిపోదుమేమోయని, ప్రపంచమునకంతకును నియంతలగుదుమేమోయని, మీదురభిప్రాయము. ఈదురభిప్రాయమును గొప్ప నయవాక్యములతో మీరుకప్పిపుచ్చుచున్నారు" అని రష్యావాదము.

అందుచేత పరమాణుశక్తి సంఘమందు తీవ్రమగు ప్రతిష్టంభన మేర్పడినది. ఈసంఘమునిష్ప్రయోజనమని తెలిసికొని 1948 లో దానిని రద్దుచేసిరి. యూరపులోని, బ్రిటను, ఫ్రాన్సు,

బెల్జియము, హాలెండు, డెన్మార్కు, లగ్జంబర్గు దేశములతో అమెరికావారు, కనడావారు కలిసి, అట్లాంటికు ఒడంబడిక (Atlantic Pact) చేసుకున్నారు. వీరితో ఇటలీకలసినది. జర్మనీలో పశ్చిమభాగము వీరియాధీనములో నున్నది. తక్కిన చిన్నరాజ్యములు, పెద్దవి, చాలావరకు ఏదో ఒకపక్షమును చేరియున్నవి. ఏపక్షమునవలంబింపని ఇండియావంటి దేశములుకూడ కలవు.

అమెరికాఅండ చూచుకుని ఎన్నోసంవత్సరములనుండి, జపానుతోను, కమ్యూనిస్టు చైనాతోను, జాతీయచైనా, యుద్ధము సాగించినది. కాని జాతీయచైనాబలము క్రమముగా క్షీణించి చైనాదేశమునంతను విడిచిపెట్టి తుదకు ఫార్మోజాచేరి, అచ్చట స్థావరమేర్పరుచుకున్నది. చైనాయంతయు కమ్యూనిస్టు చైనావారి యాధీనమైనది. అంతదేశమును ఆక్రమించుకుని సక్రమముగా రాజ్యమునుచేసుకొనుచున్నప్పటికినీ, కమ్యూనిస్టు చైనాకు మిత్రజాతి సమితిలో ప్రాతినిధ్యము లభ్యముకాలేదు. జాతీయచైనాకే ఆస్థానముఇంకను కట్టబెట్టబడినది. ఇదిఇట్లుండగా, రెండుసంవత్సరముల క్రిందట ఉత్తరకొరియనులు దక్షిణకొరియామీద దాడిసలిపి ఆక్రమించుకొనిరి. ఇది రష్యాచేయు కుతంత్రమనియెంచి, అంతర్జాతీయ సమితిలోని అధికసంఖ్యాకులభిప్రాయపడి, ఈదురాక్రమణను నిరోధించ నిశ్చయించిరి. ముఖ్యముగా, అమెరికావారు సైన్యములను దింపి కొరియాలో యుద్ధమునుసాగించుచున్నారు. ఉత్తరకొరియనులకు కమ్యూనిస్టుచైనావారు సహాయపడుచున్నారు.

1(79)jpg

స్థితిగా, భయంకరముగా సాగుచున్నది. చైనా, కమ్యూనిస్టుల వశమగుట, కొరియాలో యుద్ధముజరుగుట అమెరికావారి పసిఫిక్ మహాసముద్రమందలి బలమునకు గొప్పఆటంకములై యున్నవి. ఇట్లు ప్రపంచరాజ్యములన్నియు అమెరికా — రష్యాల యాజమాన్యముక్రింద రెండుతెగలక్రింద, చీలిపోయినవి. ఇదంతయు, పరమాణుబాంబు సృష్టివలన ప్రపంచరాజకీయ వాతావరణమందు రేగిన తుపానుయొక్క ఉపద్రవమని చెప్పకతప్పదు.

పరమాణుబాంబేకాక అంతకంటె వేయిరెట్లు శక్తివంతమగు హైడ్రొజను బాంబునుకూడ నిర్మాణముచేయు ప్రయత్నము అమెరికావారు సాగించుచున్నారు. దీనివలన ఉపద్రవము ఇంకను కలుగునను భయము ప్రపంచమునావరించియున్నది. ఈ హైడ్రొజను బాంబునుగురించి కొంతతెలసికొనుట యవసరము. దీనిని తెలసికొనుటకుముందు సూర్యుడు మొదలగు నక్షత్రముల నుండి పరమాణుశక్తి ఎట్లు పుట్టుచున్నదో తెలిసికొనవలసి యున్నది.

IX

పరమాణుశక్తి - నక్షత్రములు

పరమాణుకేంద్రకములయందు దాగియున్న శక్తిని విడుదల చేసి యుపయోగించుకొనుటకు రెండుమార్గములున్నవని, ద్రవబిందువాదమను యధ్యాయములో చెప్పియుంటిని. పరమాణుపట్టీలో చివరనున్న పరమాణుకేంద్రకములయొక్క విచ్ఛిన్నము మొదటిమార్గము. ఈమార్గానుసారము శక్తినివిడుదలచేసి ఎట్లుపయోగించవచ్చునో - పరమాణుబాంబులను ఎట్లునిర్మించవచ్చునో- తెలసికొంటిమి. పరమాణుపట్టీలో మొదటనున్న ఉదజని మొదలగు కేంద్రకముల సంయోగముచేత శక్తిని సృష్టించుట రెండవ మార్గము. ఈరెండవమార్గమునుగురించి కొంత తెలసికుందాము.

సైక్లోట్రాను సహాయముతో ప్రోటానులను అతిశక్తివంతమొనర్చి, వాటితో, లితియములోహమును ముట్టడించినట్టయితే రెండు హీలియముకేంద్రకములు సృష్టియగునని ఇదివరకు తెలిసికొని యున్నాము. $_3Li^7 + _1H^1 = 2.\ _2He^4$ అను రసవాద సమీకరణములో 1.3 మిలియన్ ఎలక్ట్రానులశక్తి వెలువడునని కూడ తెలిసికొంటిమి. శక్తివంతమగు హైడ్రొజనుకేంద్రకము (ప్రోటాను) లితియము కేంద్రకమును డీకొనుటచేత కేంద్రకములో మార్పులుకలిగి, నూతనకేంద్రకములు సృష్టియైనవి. అంతేగాని కేంద్రకములు దగ్గరకు వచ్చినంతమాత్రమున మార్పుకలుగుట

లేదు. వేడిచేయుటచేత రసాయనికమార్పులు కలిగినట్లే, ఈమార్పులుకూడ ఏలకలుగరాదని ప్రశ్నబైలుదేరినది. ప్రాణవాయువుతో కలిసినంతమాత్రమున బొగ్గుమండదు. బొగ్గును వేడిచేసి, దాని ఉష్ణోగ్రతను పెంచినగాని, అదిభగ్గుమని మండి, రసాయనికముగా, మార్పుచెందదు. అట్లే ఒకదానితో ఒకటి మిళితమైయున్న ఈతేలిక మూలపదార్థకేంద్రకములను తగినంత వేడిచేసినచో, సంయోగముజరిగి నవీనరసవాదమార్పు కలిగి తీరవలెనని శాస్త్రజ్ఞు లూహించిరి. కాని, రసాయనికమార్పువలన విడుదలయేశక్తికంటె నవీనరసవాదమార్పులో కలిగే శక్తి కొన్ని లక్షలరెట్లుండును గనుక, రసవాదమార్పు కలుగుటకై కావలసిన ఉష్ణోగ్రత రసాయనికమార్పులలో కావలసిన ఉష్ణోగ్రతకంటె కొన్నిలక్షలరెట్లుండవలెనుగదా. కేంద్రకములే విచ్ఛిన్నములగును గనుక ఉష్ణోగ్రత సుమారు ఒక కోటిడిగ్రీలు ఉండవలెను. ఇంత ఉష్ణోగ్రతను పుట్టించగలుగుటెట్లు ? అన్నిపదార్థములకంటె వేడిని నిరోధించే టన్గ్స్టను (Tungsten) కూడ 3370 సెంటిగ్రేడు డిగ్రీల వేడికి, కరగిపోవునే, లక్షలకొలది డిగ్రీలవేడిని ఏమూసలనుకట్టి, ఏకొలిమిలో ఉత్పత్తిచేయ వీలగును ? అట్టివేడిలో సర్వము గాలిగాను, ధూళిగాను మారి ఎగిరిపోవునే. అందుచేత ఇట్టిరసవాద సమ్మేళనము, మనకుసాధ్యమయ్యేవిషయము కాదని తేలిపోయినది. కనుకనే సైక్లోట్రాను మొదలగు యంత్రసహాయమున ఇట్టిరసవాదమార్పులను శాస్త్రజ్ఞులుసాధించిరి. ఉష్ణోగ్రతను కోటి డిగ్రీలు పెంచుటచేత కేంద్రకములకు కలుగగలవేగము, శక్తి, సైక్లోట్రాను యంత్రసహాయమున ప్రోటానులకు, డ్యుటిరానులకు

కలుగుచున్నదన్నమాట. అంతశక్తితో ఢీకొనినకాని కేంద్రకములు చెదరి విచ్ఛిన్నములు కాజాలవు.

మనము, నివసించు భూగోళమందు లక్షలకొలది డిగ్రీలు వేడిగల కొలిములను నిర్మించుటకు సాధ్యముకాకున్నను, నభోంతరాళమునందుండు నక్షత్రగోళములయందు అట్టిఉష్ణోగ్రతలుకల, కొలిములున్నవని ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనిరి. దానినిబట్టి ఆనక్షత్రగోళములలో ఈనవీన రసవాదసమ్మేళనములు జరుగుటకవకాశమున్నదని గ్రహించిరి.

ఎన్నోలక్షల సంవత్సరములనుండి, మితిలేని వేడిని, వెలుతురును నక్షత్రములు వెదజల్లుచున్నవి. దీనికి కారణమేమి? నక్షత్రములలో మనకుదగ్గరగాయున్న నక్షత్రము, సూర్యుడు. ఇతడు అనుక్షణము విపరీతమగు వేడి, వెలుతురు ప్రసారము చేయుచున్నాడు. పదివేల కోటికోట్ల (10^{18}) గుఱ్ఱములబలము (H. P.) గల ఇంజనువలన పుట్టేశక్తి సూర్యునివలన పుట్టుచున్నది. దీనికి కారణమేమనువిషయము చాలాకాలమునుండి శాస్త్రజ్ఞులను బాధించుచున్నది. సరియైనసమాధానము దొరకలేదు.

నక్షత్రములన్నియును అమితవేడిగల గాలిగోళములని, సూర్యగోళముయొక్క ఉపరిభాగముయొక్క యుష్ణోగ్రత 6,000 సెంటిగ్రేడు డిగ్రీలని, ఉపరిభాగమునుండి మధ్యభాగమునకు వెళ్లినకొద్దీ వేడిపెరుగునని, సూర్యమండల మధ్యభాగమున ఉష్ణోగ్రత రెండుకోట్ల సెంటిగ్రేడు డిగ్రీలని (2×10^{7}°C

అక్కడగల వాయువులయొక్క పీడనశక్తి పదహారువేల కోట్ల ఎట్మాస్ఫియరులు (16×10^{10} Atmospheres) అని ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు నిర్ణయించినారు. ఇట్లే వివిధనక్షత్రముల ఉపరిభాగముల వేడి 1,000 – 10,000°C మధ్య ఉండునని, నక్షత్రముల మధ్యభాగములలో 1.5 నుండి 3 కోట్ల సెంటిగ్రేడు డిగ్రీలవరకు ఉష్ణోగ్రత ఉండునని, ఖగోళశాస్త్రము సూచించుచున్నది.

ఇట్టి ఉష్ణోగ్రతలుండుటచేత నక్షత్రగోళముల మధ్యభాగమందున్న హైడ్రోజనువంటి తేలికకేంద్రకములు విపరీతవేగము, శక్తికలవియై, ఒండొంటితోను, ఇతరకేంద్రకములతోను శక్తివంతముగ ఢీకొని, కేంద్రకములు విచ్ఛిన్నములై నూతన కేంద్రకములు పుట్టవచ్చునని శాస్త్రవేత్తలూహించిరి.

హైడ్రోజను, లితియము, బెరిలియము, బోరాను, బొగ్గు, నత్రజని, మొదలగు తేలికకేంద్రకములలో, ఏది, దేనితో కలసినచో ఏనూతనకేంద్రకము, ఎంతకాలములో సూర్యబింబమధ్యభాగమున పుట్టును, అనేవిషయమును, గణితముచేత తెలిసికొనిరి. అందొకవిషయమేమంటే: " సూర్యమండలమధ్యమునగల ఉష్ణోగ్రతవలన, పీడనవలనకలిగెడు పరిస్థితులలో, బొగ్గు, నత్రజని, కేంద్రకములతో ఉదజనికేంద్రకము సమ్మేళనమైనచో, ఉదజని హీలియముగామారును. మరియు, సూర్యమండలమందలి ఉదజనిలో సగముభాగము హీలియముగా మారుటకు కొన్నికోట్ల సంవత్సరములకాలము పట్టును. " అని. ఇట్టిమార్పులవలన నిముషమున కెంతవేడి, వెలుతురు వెలువడునోకూడ లెక్కగట్టబడినది.

వెలుతురులకు ఈలెక్కసరిపోయినది. అందుచేత బొగ్గు, నత్రజని కేంద్రకముల సహాయముతో, హైడ్రొజను, హీలియముగా మారుటచే సూర్యుడిచ్చు వెలుతురు, వేడి, పుట్టుచున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ధారణచేసినారు. సూర్యమండలములోకల హైడ్రొజనులో నూటికి ఏయైదుపాళ్లోమాత్రమే నేటికి హీలియముగామారినదని, హైడ్రొజనున్నంతవరకు ఈమార్పు, ఈశక్తిప్రసారము, జరుగుచునే యుండుననియు, ఇంకనెన్నోవేల కోట్లసంవత్సరములు సూర్యుడీలాగున వెలుగుచుండగలడనియు, గణితమువలన తెలియుచున్నది.

సూర్యగోళమందిట్టి నవీన రసవాదమార్పులు కలుగుచున్నవను వివరములను అమెరికావాసియగు హెచ్. బెతే. (H. Bethe) జర్మనీవాసియగు సి. వి. వైజేకర్ (C. V. Weizsaker), 12 ఏండ్ల క్రితము, కనిపెట్టిరి. ఈమార్పులో ఒక్కబొగ్గు, ఒక్కనత్రజని పరమాణుకేంద్రకములు, నాల్గుఉదజనికేంద్రకములతో కలిసి ఆరువిధములగు మార్పులనుపొంది, చివరకు బొగ్గు, నత్రజని కేంద్రకములు ఏమార్పులేక, మిగిలిపోవుచుండును. నాలుగు ఉదజనికేంద్రకములు ఒకహీలియముకేంద్రకముగా మారిపోవుచుండును. ఈ ఆరుమార్పులనుచేర్చి, ఒకపరిణామచక్రముగా భావింపవచ్చును. ఈపరిణామచక్రములో ప్రతిపరిభ్రమణమునకు ఒక్కొక్కహీలియముకేంద్రకము సృష్టియగుచుండును. ఈసృష్టిలో బొగ్గు, నత్రజనికేంద్రకములు హీలియముసృష్టికి సహకారకములే

గాని, ఏమార్పునుచెందవు. ఇట్టివాటిని ఉత్ప్రేరకములు(Catalysts) అందురు. నాల్గుఉదజనికేంద్రకము లొక్కసారికలసికొని, తీవ్రతతో డీకొని, హీలియముకేంద్రకముగా మారుట సూర్యమండల మధ్యస్థమునగల తీవ్రపరిస్థితులలోకూడ దుర్ఘటము, అసంభవము. అందుచేతనే, ఈ నాల్గింటినిపట్టి, చేర్చి, చివరకు హీలియము కేంద్రకముగామార్చుటకై ప్రేరేపించుటకే బొగ్గు, నత్రజని, కేంద్రకములుపయోగపడుచున్నవి. అందుకే, అవి ఉత్ప్రేరకము లగుచున్నవి. సూర్యమండలమున ఉదజనియున్నంతవరకు, అంతు లేకుండ, ఈపరిణామచక్రము * పరిభ్రమించుచునే యుండును.

---

* పరిణామచక్రములోని వివరము లేమనగా,

(i) ${}_{6}C^{12} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{7}N^{13}$. ${}_{7}N^{13}$ నత్రజనిఏకస్థానీయము. ఈ కేంద్రకము అస్థిరమైనది.

(2) ${}_{7}N^{13} \rightarrow {}_{6}C^{13} + {}_{+1}e^{0}$, బొగ్గు ఏకస్థానీయ స్థిరకేంద్రకము, పాజిట్రాను పుట్టును.

(3) ${}_{6}C^{13} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{7}N^{14}$ రెండోహైడ్రజను కేంద్రకముచేరి, నత్రజని స్థిరకేంద్రకము పుట్టును.

(4) ${}_{7}N^{14} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{8}O^{15}$ మూడవ హైడ్రజను కేంద్రకముచేరి, అస్థిర ప్రాణవాయు ఏకస్థానీయకేంద్రకము పుట్టును.

(5) ${}_{8}O^{15} \rightarrow {}_{7}N^{15} + {}_{+1}e^{0}$, నత్రజని ఏకస్థానీయస్థిర కేంద్రకము, ఒక పాజిట్రాను పుట్టును.

(6) ${}_{7}N^{15} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{6}C^{12} + {}_{2}He^{4}$, నాల్గవ హైడ్రజను కేంద్రకము చేరి, ఒకహీలియము కేంద్రకము పుట్టును. ప్రారంభమందుగల బొగ్గు కేంద్రకము మిగిలిపోవును.

సూర్యునినుండి ప్రసారమగుశక్తి పరమాణుశక్తియని, అద్భుతపరిస్థితులలో పుట్టుచున్నదని పర్యవసానము. మరియు ప్రపంచముయొక్క క్షేమలాభములకై, ఏవిధమైన విప్లవము, ఒడుదుడుకులేకుండా, ఎంతెంత అవసరమో అంతంతేశక్తి నుపయోగించుకొనుటకు వీలుగా సూర్యమండలమువంటి గోళములనుండి, ప్రకృతిలో పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తియగుచున్నది. ఇది అద్భుతమగు విషయము. ఇట్లు సూర్యగోళమునుండి వెలువడే శక్తివలననే బొగ్గునుండి, పెట్రోలునుండి వచ్చునట్టిశక్తి, నీటిశక్తి, వాయుశక్తి, కండశక్తి, కలుగుచున్నవని, ప్రారంభములోనే తెలసికొంటిమి. సర్వజీవరాశికి, నాగరకప్రపంచమునకంతకు, అవసరమైనశక్తులన్నియు, సూర్యమండలమధ్య వర్తియగు పరమాణుశక్తి వలననే, కలుగుచున్నవని స్పష్టమైనది. సూర్యమండల జనితమైన ఈపరమాణుశక్తి ప్రాణప్రదమైనది, శాంతియుతమైనది, క్షేమకరమైనది. ప్రపంచపోషణమున కాధారభూతమైనది.

X

హైడ్రోజన్ బాంబు - H – Bomb

సూర్యమండలములో సృష్టియగురీతిని భూమిమీద శక్తిని పుట్టించుట యసాధ్యమని చెప్పియుంటిని. సూర్యమండల మధ్య భాగమువంటి ఉష్ణోగ్రతగల కొలుములను భూమిమీద నిర్మించ గలిగినప్పుడు కాని ఆకార్యము సాధ్యముకాదని, తెలిసికొంటిమి.

కాని, 1946 లోనే శ్రేష్ఠతరమైన హైడ్రోజను బాంబును తయారుచేయవచ్చునని థిరింగు సూచించియున్నాడు. ఆ సూచన ప్రకారము పరమాణుబాంబు పేలిన అంతరాళప్రదేశముయొక్క కేంద్రస్థానమందు కొన్నికోటిడిగ్రీలఉష్ణోగ్రతపుట్టి ఒకక్షణికకాలము మాత్రమే నిలిచియుండునుగాన* ఆ క్షణికకాలములోనే కార్యమును నిర్వర్తించుకోగల ఉపాయముచేసికొనినచో హైడ్రోజను బాంబు సాధ్యమగునని శాస్త్రజ్ఞు లాలోచించిరి. ఈవిషయము 1946 లోనే తెలిసిననూ, ఏటంబాంబు మనకున్నదిగదా, రష్యావారి కది లేనే లేదుగదా, అట్టిచో హైడ్రోజనుబాంబు తొందరేమియని అమెరికా వా రుదాసీనులై యుండిరి. వారిలోకొందరు శాస్త్రవేత్తలు హైడ్రోజను బాంబు విషయమై లెక్కలనుగట్టి, ప్లానులను తయారుచేసి కూడ ఆ యాలోచనలను, ప్రయోగములమూలమున, సరిజూచి

---

* ఇంతవేడి పుట్టినను అది అతిత్వరితముగా ప్రసారమైపోయి, ఉష్ణోగ్రత అతిసూక్ష్మకాలములోనే తగ్గిపోవును.

అమలుజరుపక ఉపేక్షచేసిరి. ఇట్లుండగా క్రమముగా 1948 నాటికి రష్యావారుకూడ యురేనియము, ప్లూటోనియము బాంబులు తయారుచేయగలరని, చేయుచున్నారని నిశ్చయముగా తెలియ వచ్చినది. అందుచేత రష్యావారిని మించిపోయి ముందడుగులో ఉండవలెనని, లేకుంటే రష్యాధాటికి ఆగుట అసాధ్యమని, అమెరి కాకు బితుకుపుట్టినది. నాల్గుమాసములు తీవ్రమగు రహస్యాలోచ నలు సాగినవి. రాజకీయవేత్తలు, సైన్యాధికారులు ఒకపక్షముగా చేరి, ఉదజనిబాంబు నిర్మాణకార్యము ప్రారంభించితీరవలెననీ, శాస్త్రవేత్తలు, ప్రభుత్వోద్యోగులుచేరి అట్టిది ఎంతమాత్రము వలదనీ గుంజులాడుకొనిరి. కాని 1950 ప్రారంభమున హైడ్రో జను బాంబునిర్మాణమును ప్రారంభించమని ట్రూమనధ్యక్షుడు అమెరికా శాస్త్రజ్ఞులను శాసించుచు తీర్మానించినాడు. ఈప్రకటనకు ప్రపంచమంతయు ఒక్కసారిగా భయ, విభ్రమములను పొంది నది. ఈకార్యమునకు కావలసినఖర్చు 2,000 కోట్ల రూపాయలూ అమెరికాప్రభుత్వమువారు మంజూరుచేసిరి. దేశముయొక్క ఆర్థిక స్థితి చెడిపోవునను సందేహముకూడ వారిని నివారింప లేకపోయి నది. మరియు ఈబాంబును చేసినతరువాతకూడ, దానిని ప్రయో గించ వీలులేకుండా రష్యావారివలన ప్రతిబంధకము కలుగవచ్చును. ఎట్లనగా — ఈబాంబును ప్రయోగించుటకు తీసికునివెళ్లే జట్ విమానమును మధ్యదారిలో రాడారుయంత్రసహాయముగల ప్రతి పక్షుల జట్ విమానములు భగ్నముచేసి పడగొట్టవచ్చును — అను సంశయముకూడ వారిప్రయత్నమును ఆపలేకపోయినది. "అటు నుండి నరుక్కువద్దాము, సాధించిచూద్దాము" అనే మొండిసాహ

సముతో ఉదజనిబాంబు నిర్మాణకార్యము సాగించనిశ్చయించిరి. ప్రపంచక్షేమమును, ధర్మమును, నీతిని, ఆలోచించి ఈకార్యము సాధించకుండినచో రష్యావారు అట్టివేవియును లెక్క బెట్టక మనకంటెముందుగా ఉదజనిబాంబునిర్మాణమునకు పూను కొనగలరు; అట్టిచో, రష్యావారు ఒక్కుమ్మడిని ప్రపంచము నంతను స్వాహాచేయుట సంభవించగలదు; అనుభీతిమెండై, దండనీతిమాత్రమే సర్వశరణ్యమని అమెరికావారాలోచించిరి. ఈకార్యమునకు క్రొత్తకర్మాగారములు కట్టడములు అవసరము లేదు. కావలసినపరికరములన్నియును సమకూరియున్నవి; కావల సినంత హైడ్రొజనుగాలికలదు. పరమాణుబాంబువలె ఉదజని బాంబునకు ఇంతపరిమాణమని, ఏమీలేదు. ఎంతపెద్దబాంబు నైనను సందర్భానుసారముగా నిర్మించుకొనవచ్చును. ఈహైడ్రొ జను బాంబు పరమాణుబాంబుకంటె అధమము 1,000 రెట్లు శక్తికలది. ఇది నూరుచతురపుమైళ్లగల స్థలమును సర్వధ్వంసము చేయగలదు. ఇట్టిమహత్తరశక్తిగల బాంబును ఒకసంవత్సరము లోగా నిర్మించి పరిక్షించవీలున్నది, అనుకారణములు అమెరికా వారి ఉత్సాహమును పెంపొందించినవి.

1950 ఫిబ్రవరిలో ఈనిర్మాణమును ఖండించుచు ఐన్‌స్టీ యిను ఒకప్రకటనచేసినాడు. ఈబాంబుపేలినచోట రేడియోయాక్టివు పదార్థము లపరిమితముగా సృష్టియై, వాతావరణమునంతయును విషప్రాయమొనర్చి ప్రాణాపాయమును కలిగించునని గట్టిగా నొక్కిచెప్పినాడు. ఒండొరులయందు విశ్వాసమునుంచుకోలేక

రష్యావారంటే అతిభయోత్పాదమును పొందుచు. ఒకదాని తరు వాత ఒకటిగా విపరీతచర్యలను అమెరికావారు తీసికొనుచున్నారు; ఇది అందరకు ముప్పునుకలిగించితీరును ; ఇదివలదు ; శాంతి, మిత్రత్వము, మానవజాతిక్షేమలాభములు మాత్రమే అవలంబ నీయములు; ఇతరముకాదు; అట్లు నీతినితప్పి ఉదజనిబాంబును తయారుచేసి వాడినచో అందరితోపాటు మనము. నాగరకులమై సృష్టించుకున్న ప్రపంచము. అంతయు ఒకక్షణములో నశించ గలదు, అని ఐన్స్టయిను తీవ్రముగా పలికినాడు. ఈహితమును పెడచెవినిబెట్టి ఉదజనిబాంబునిర్మాణకార్యమును అమెరికాసాగించి నది. 1951 వేసవికాలములోగా ఒకమచ్చుబాంబును తయారు చేసి పేల్చి పరిక్షించగలరని వదంతులురేగుచుండెను. * ఇట్లుండగా రష్యావారుకూడ ఇట్టిఆలోచనలే సాగించుచున్నారని తెలియు చున్నది. ఈమారణయంత్ర నిర్మాణకార్యములో ఒకరినిమించి ఒకరు ముందుకుసాగిపోవలెనను తీవ్రమగు సంకల్పములే ఉభయ కక్షలవారికిని కలుగుచున్నవి. రష్యాకంటె ఎంతో ఎక్కువగా పరమాణుబాంబులున్నవి కదా. ఉదజనిబాంబు ప్రయత్నములో రష్యా వెనకబడియున్నదిగదా యని అమెరికా తృప్తిచెంది యున్నది. రష్యా అమెరికాలమధ్య సంధి పొసగేసూచనలు కానవచ్చుటలేదు. ప్రపంచములోని ప్రజలందరు ప్రాణము లను గుప్పిట్లలో పెట్టుకుని తెల్లపోయి చూచుచున్నారు. ఏమి కానున్నదీ కాలమేనిర్ణయించగలదు. రాజ్యకాంక్ష కారణముగా,

* 1951 వేసవిలో పసిఫిక్ మహాసముద్రములోని ఒకద్వీపములో చేసి చూచిన ప్రయోగములవల్ల హైడ్రజనుబాంబు కార్యము సరియైనమార్గమునే పట్టి నడచుచున్నదని, స్పష్టమైనట్టు అమెరికావారు ప్రకటించిరి.

మితిలేని మారణయంత్రములను సంపాదించవలెనను వెఱ్ఱిపట్టుదల అమెరికా, రష్యా దేశముల నావేశించినది. ప్రపంచమందలి జనసామాన్యమంతయు వీరికిలోనై ప్రతిఘటించలేనంతటి దుస్థితిలో క్రుంగిపోయియున్నది. ఏకారణముచేతనైన ఈహైడ్రజనుబాంబు నిర్మాణమునకుకాని, దానియుపయోగమునకుగాని, విఘ్నము వాటిల్లవలెనేకాని, వేరువిధముగా జరిగినచో ఏమగునోయని యూహించుటకే భయమగుచున్నది.

ఫుట్ నోటు:— పరమాణుబాంబు పేలిన అంతరాళకేంద్రమందు కొన్నికోట్ల డిగ్రీల ఉష్ణోగ్రతపుట్టి క్షణికకాలముమాత్రమే (సెకనులో సుమారు ఒకలక్షోవంతు) నిలిచియుండునని, అతివేగముగా ఆయుష్ణోగ్రత తగ్గిపోవునని పైన చెప్పియుంటిని. అందుచేత ఉష్ణోగ్రత తగ్గిపోకుండగానే హైడ్రోజనుబాంబును పేల్చవలెను. హైడ్రోజనుబాంబులో సంపుటిచేయబడిన పదార్థము ఈ క్షణికకాలములో రగుల్కొని పేలేదై యుండవలెనుగదా. అట్టిసంపుటీలో సాధారణహైడ్రోజను పనికిరాదని, అది అంతసూక్ష్మకాలములో రగుల్కొని పేలదని శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొన్నారు. హైడ్రోజనుతో సమస్థానీయములగు 2 పరమాణుభారముగల బరువైన హైడ్రోజను (H^2), 3 పరమాణుభారముగల ట్రైటియము (H^3) ఈసంపుటీకి మిక్కిలి ఉపయుక్తములైనవని నిశ్చయింపబడినది. ఈరెండున్ను (H^2, H^3) కలిపిన పదార్థము హైడ్రోజనుబాంబులోని వస్తువు. రెండుమూడుకోట్ల సెంటిగ్రేడు డిగ్రీల ఉష్ణోగ్రతలో ఈరెండు హైడ్రోజను సమస్థానీయములును అతితీవ్రవేగములతో ఒండొంటితో ఢీకొని హీలియముగా మారి, శక్తినివిడుదలచేయును. ఈపరివర్తనను ఈక్రింది నవీనరసవాద సమీకరణముచేత సూచింపవచ్చును.

$$_1H^3 \leftarrow\rightarrow {_1H^2} \rightarrow {_2He^4} + {_0n^1} + 17 \text{ m. e. v.}$$ ల శక్తి.

ఈమార్పు సెకనులో సుమారు పదిలక్షోభాగము (1.2×10^{-6}) కాలములో జరిగిపోవును. అనగా, పరమాణుబాంబు పేలినతరువాత, 1.2×10^{-6} సెకను కాలములో, హైడ్రోజనుబాంబు పేలును.

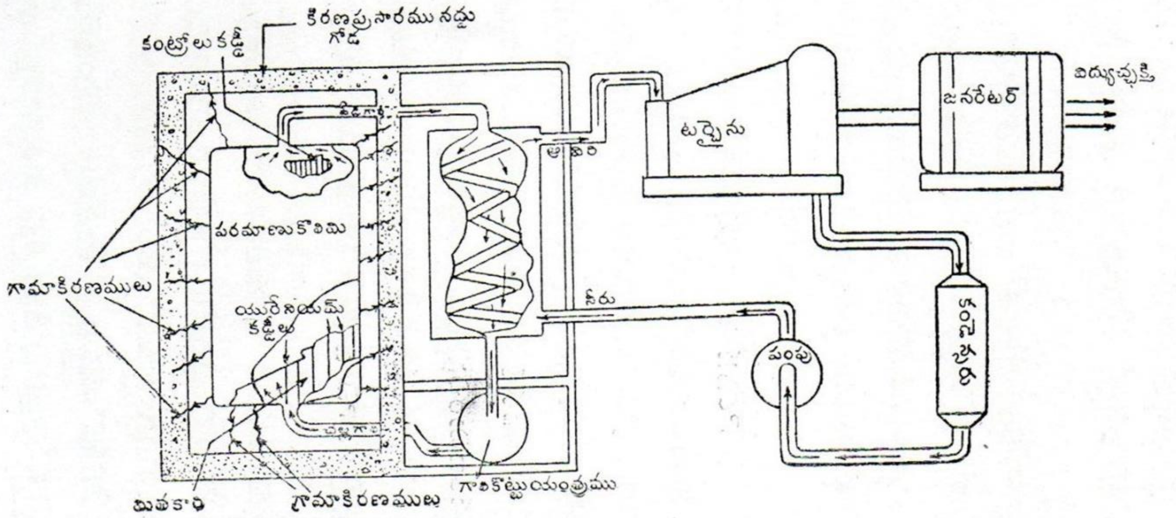
XI

పరమాణుశక్తి - వివిధోపయోగములు

పరమాణుకేంద్రకములలో అనంతమగుశక్తి దాగియున్నది. దానిని మొట్టమొదట 1942 డిశంబరు రెండవతేదీనాడు ఫెర్మి ఉపయోగములోనికి తీసికొనివచ్చినాడు. స్టీమింజనువల్ల గతశతాబ్దమందును, విద్యుచ్ఛక్తివలన ఈశతాబ్ది ప్రథమభాగమందును, పరిశ్రమలు, వ్యాపారములు, ప్రజలక్షేమలాభములు అనేకరీతుల అభివృద్ధిపొందినవి. నాగరకతపెంపొందినది. ఆయా కాలములకు స్టీముయుగమని, విద్యుద్యుగమని పేర్లువచ్చినవి. ఇప్పుడు పరమాణుయుగము ప్రారంభమైనది. యురేనియములోని కోటానుకోట్లగు పరమాణుకేంద్రకములన్నియు ఒక్కసారే బ్రద్దలగుటచేత విపరీతమగుశక్తి విడుదలయై సర్వధ్వంసకారియగు ఏటంబాంబుగా పరిణమించినది. ఇట్టిశక్తివిడుదల ప్రజాక్షేమమునకు మార్గముకాదు. ఈశక్తిని నెమ్మదిగా, అవసరమైనంత రేటులో ఉత్పత్తిచేసినగాని జీవితోపయోగములు కలుగవు.

ఫెర్మిదొంతినుండి క్రమబద్ధముగా పరమాణుశక్తి వెలువడ గలదని తెలిసికొంటిమి. శక్తివిడుదలరేటు పెరిగినకొలది యురేనియము — గ్రాఫైటుదొంతులను పెద్దవిగా నిర్మించవలసియున్నదని తెలిసికొంటిమి. హేన్‌ఫర్డు దొంతియొక్కపవరు కొన్నివేల కైలోవాట్లు. దీనిశక్తిని యుద్ధకార్యములకై ఎట్లుపయోగించిరో తెలిసికొంటిమి.

1(86)jpg



పరిశ్రమలయందు పరమాణు దొంతినుపయోగించు విధానము

పటము. 18.

1. శక్తిసాధన యంత్రములు Engines of Power:- యురేనియము – గ్రాఫైటుదొంతికి రియాక్టరనికూడ పేరు. ఈరియాక్టరు (Reactor) ను, శక్తినుత్పత్తిచేయు సాధనముగా – ఇంజను (Engine of Power) గా – కూడ ఉపయోగించుటకు ప్రయత్నములు జరిగినవి. అందుండివెలువడు ఉష్ణశక్తిని, విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుటకై ప్రయత్నములుసాగినవి, సాగుచున్నవి. అట్టి ఇంజనుయొక్క వివరములు 18 వ పటమున చూపబడినవి.

యురేనియము రియాక్టరు గర్భమును, పరమాణుకొలిమి (atomic oven) యనవచ్చును. దీనినుండి విపరీతమగు ఉష్ణశక్తి పుట్టుచుండును. ఈరియాక్టరుయొక్క మధ్యభాగము గ్రాఫైటుతో నింపబడి యుండును. ఈగ్రాఫైటులో మధ్యమధ్యను ఎల్యూమిని యముగొట్టములలో అమర్చబడిన యురేనియముకడ్డీలుండును. ఉష్ణశక్తిని అదుపులోఉంచుటకై కేడ్మియముకడ్డీ లేర్పాటై యుండును. ఈరియాక్టరుగర్భములోనికి చల్లటిగాలిని పంపు చేయుదురు. ఈగాలి బాగా వేడెక్కును. ఈవేడిగాలి, గొట్ట ములద్వారా ప్రక్కనున్న బాయిలర్ లోనికి పోవును, ఈగొట్ట ములచుట్టుయున్న బాయిలరులోని నీరు వేడెక్కి, స్టీముగా మారును. ఆస్టీముయొక్క ఒత్తిడినిపెంచి ప్రక్కనున్న స్టీము టర్బైను యంత్రములోనికి పోనిత్తురు. దానివలన టర్బైను తిరుగును. ఈటర్బైను, విద్యుత్తునుపుట్టించే జనరేటరును త్రిప్పును. దానివలన విద్యుత్తు ఉత్పత్తిఅగును. టర్బైనును త్రిప్పుటచేత శక్తిని — వేడిని — కోల్పోయినస్టీము, నీళ్లతోనిండి

యున్న కన్డెన్సరుగుండా పోవుటచేత నీరుగామారిపోవును. నీటిని తిరిగి బాయిలరులోనికి పంపుచేయుదురు. బాయిలరులోని నీటిని స్టీముగా మార్చుటచేత వేడినికోల్పోయినగాలిని, తిరిగి రియాక్టరులోనికి పంపుచేయుదురు. ఇట్టి సాధనములవలన, 20,000 కైలోవాట్ల పవరు పుట్టించవచ్చును.

స్టీమువలన తిరిగే టర్బైనుకంటె, హీలియముగాలివలన తిరిగే టర్బైను పనివాడితనమైనది, శ్రేష్టమైనదిన్నీ. రియాక్టరులోనికి చల్లటిగాలికి బదులుగా హీలియముగాలిని పంపుచేయుదురు. ఈహీలియము ఉష్ణోగ్రత (1,000°F) వేయి ఫారెన్ హీటు డిగ్రీలవరకు ఉండును; దీనిఒత్తిడిని 70 ఎట్మాస్ఫియర్లవరకు పెంచుదురు. ఇట్టివేడి, ఒత్తిడి గలహీలియముగాలితో టర్బైనును త్రిప్పుదురు. ఈహీలియము టర్బైను, విద్యుత్తునుపుట్టించే జనరేటరును త్రిప్పును. టర్బైనును త్రిప్పుటవలన వేడిని—శక్తిని—కోల్పోయిన హీలియముగాలియొక్క ఒత్తిడి హెచ్చించి పంపులద్వారా రియాక్టరులోనికి దానిని తిరిగిపంపుదురు. ఇట్లు హీలియము టర్బైనుల నుపయోగించి మిక్కిలిశక్తివంతములగు ఇంజనులను తయారుచేయుటకై తీవ్రమగు పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి.

గ్రేటుబ్రిటనులో ఉపయోగపడే విద్యుచ్ఛక్తినంతయు, ఈ విధమున రియాక్టర్లద్వారా ఉత్పత్తిచేయుటకు, సాలీనా 600 టన్నుల యురేనియమవసరమట. ఇట్లు, ప్రపంచమునందంతటను విద్యుచ్ఛక్తిని పుట్టించినచో ఎంతయురేనియము సాలీనా అవస

రము ? ఈరేటున భూమిలోగల యురేనియము ఎన్నేండ్లవరకు సరిపోగలదు ? అనునవి పెద్దప్రశ్నలు. ఏదిఎట్లున్నను అట్లు ఉత్పత్తిచేయబడిన కైలోవాటు — గంట (Kilowatt-hour) పరిమాణముగల విద్యుచ్ఛక్తికి అయేఖరీదు, నేటిపద్ధతులవలన ఉత్పత్తియగు విద్యుత్తుకంటె చవకగానేయుండునని చెప్పుటకు సందేహించవలసియే యున్నది. ఇట్టి విద్యుదుత్పత్తిని పారిశ్రామికముగా జయప్రదముగా సాగించుటకు ఎన్నో ప్రతిబంధకములున్నవి. పరిశోధనలవలన వీటిని తొలగించవలసియున్నది. ఈపని ఇంకను 10 ఏండ్లకుగాని జయప్రదము కాదని తోచుచున్నది.

హీలియముగాలిటర్బైనులసమస్య పూర్తిగా పరిష్కారమైతే, ఇదివరకున్నదానికంటె అధికమగు వేగముతోను, శక్తితోను, యుద్ధనావలను, వ్యాపారఓడలను, ఈటర్బైనుల నుపయోగించి నడపవచ్చును. అమెరికా నావికాశాఖవారిచ్చిన, నమోనాల ప్రకారము పరమాణుఇంజనులను తయారుచేయుటకై అమెరికాలోను, గ్రేట్ బ్రిటనులోను కొన్నిఎలక్ట్రిక్ కార్పొరేషన్లవారు నియమితులైరి. జలాంతర్గాములను నడిపే పరమాణుఇంజనులను తయారుచేయుట సుకరమని నిపుణులయభిప్రాయము. ఈ ప్రయత్నములు చాలవరకు జయప్రదముగా సాగుచున్నవట.

రియాక్టరులోనుండి రేడియోయాక్టివు పదార్థములు పవరు పెరిగినకొలది విపరీతముగా ఉత్పత్తిఅగును. వాటితీవ్రతను

అడ్డగించుటకూ, ప్రమాదభయములు లేకుండుటకు, రియాక్టర్ల చుట్టూ అన్నివైపులయందు కొన్ని అడుగుల దళసరిగల కాంక్రీటు గోడలను కట్టవలెను. దీనివలన ఇంజనుయొక్క మొత్తపుబరువు విపరీతముగా పెరిగిపోవును. కనుక, మోటారుకార్లను, రైళ్లను, లాగుటకు ఈయింజనుల నుపయోగించుటకు వీలుకనుపడుటలేదు. నూతనపరిశోధనా ఫలితములుగా కొన్నిరియాక్టర్లు తయారగు చున్నవి. వీటిని న్యూక్లియర్ రియాక్టర్లని పిలుచుచున్నారు. ఇందు ముఖ్యమైనవాటినిగురించి కొంతవివరించెదను.

బ్రీడరు రియాక్టరు (Breeder reactor) అనునది ఒకటి. దీనికి పిల్లలనుపెట్టు రియాక్టర్ అని అర్థము. అదియెట్లో తెలిసి కుందాము.

సాధారణ యురేనియములో 140 పాళ్లకు ఒకపాలు మాత్రమే తేలికయురేనియమున్నది. దానికేంద్రక విచ్ఛేదనవల్లనే రియాక్టరులో శక్తి పుట్టుచున్నది. మిగిలిన బరువైన యురేనియ మునుకూడ ఎట్లో ఉపయోగించుటవలన చాలా లాభముండును గదా. రియాక్టరు శ్రేష్ఠతరమగునుగదా. అందుచేత అతివేగమైన న్యూట్రానులనుకూడ ఉపయోగించి, ఈయురేనియమును ప్లూటో నియముక్రింద, తేలికయురేనియముక్రింద మార్చినచో ఇది సాధ్యమగునని పరిశోధకులు ప్రయత్నములుచేసి చాలావరకు జయమును పొందినారు. దీనివలన సాధారణయురేనియములో అధమము 60 పాళ్లుపయోగపడి శక్తినియ్యగలదు. అనగా ఒక

మూల తేలికయురేనియము విచ్ఛేదనమగుచుండగా ఒకవంక కేంద్రకవిచ్ఛేదనమున కనువైన ప్లూటోనియము, తేలికయురేనియము తిరిగి ఉత్పత్తియగుచుండును. అందుచేతనే ఈరియాక్టరును పిల్లలనుకను బ్రీడరు రియాక్టరని పిలుచుచున్నారు.

జలాంతర్గాములను నడుపు రియాక్టరునుకూడ తయారు చేయుచున్నారు. 1952 జూన్ 14 వ తేదీనాడు అట్టిజలాంతర్గాములలో మొదటిదైన నాటిలస్ (Nautilus) అనుదాని వెన్నుదూలముయొక్క నిర్మాణప్రారంభోత్సవమును చేయుచూ ట్రూమనధ్యక్షుడు, ఈజలాంతర్గామిని నడుపుటకై ఏర్పడిన రియాక్టరు ఇంజను సర్వసిద్ధమైయున్నదని చెప్పినాడు. దీనిమూలమున ఈజలాంతర్గామి 1954 నాటికి సముద్రయానము చేయగలదట. విమానములను నడుపుటకు తేలికరియాక్టర్లుకూడ తయారుకాగలవని వింటున్నాము. ఇదివరలో చెప్పినరీతిని న్యూట్రాను, గామా కిరణముల నడ్డగించుటకై రియాక్టర్ల చుట్టూ కాంక్రీటుతో దళసరిగా గోడలను కట్టవలసియుండెను. అందుచేతనవి విమానములు మోయలేనంతటి బరువు, వాటిలో ఇముడుటకు వీలులేనంతటి పరిమాణము కలవైయుండెను. కాని, ఒక వింతమిశ్రలోహము నీమధ్య తయారుచేసిరి. అది కాంక్రీటుగోడలవలెనే న్యూట్రాను, గామా కిరణముల నడ్డగించుచున్నదని, దానితో రియాక్టర్లను కప్పినచో బహుతేలిక రియాక్టర్లను తయారుచేసి, వాటిమూలమున విమానములను నడపవచ్చునని 1952 జూనులో బ్రిటిషువారి పత్రికలు ప్రకటించినవి. కొద్దిపాటి బరువుగల యురేనియముతో ఈవిమా

నములోని రియాక్టరుఇంజను పనిచేయును. ప్రపంచమునంతను ఎక్కడను ఆగకనే తిరిగిరాగలదట!

2. శాస్త్ర పరిశోధన (Scientific Research :—) పరమాణుబాంబును తయారుచేయుటకై అమెరికావారు చూపిన శక్తి-సామర్థ్యములు, పడిన ప్రయత్నప్రయాసలు, నిరుపమాన ములు. ప్రపంచమందలి పరమాణు శాస్త్రవేత్తలలో ప్రముఖులు చాలామంది ఒకచోటకలసి, సహకరించి ఇట్టిమహత్తర కార్య మును అంతశీఘ్రకాలములో నిర్వర్తించినారంటే సంభ్రమాశ్చర్య ములు కలుగక మానవు. ప్రపంచమందలి భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనా శాల లన్నిటికంటె లాజ్ అలామాజ్ (Los Alamos) లో ఓపెన్ హైమరు యాజమాన్యమున నిర్మింపబడిన పరిశోధన శాల ఉత్తమోత్తమమైనది. జరిగిన పరిశోధనలు మిక్కిలి విలువైనవి. యుద్ధము ముగియగానే ఈ పరిశోధనా ఫలితములను స్మిత్ రిపోర్టు (Smyth Report) మొదలగువాటి ద్వారా అమెరికావారు వెల్లడిచేసిరి. ఇంకను తెలిసికొనవలసిన మూల విషయములనెన్నిటినో మరగుపరచినారట. అందుచేత, పరమాణు శాస్త్రము (Atomic science) పరమాణు టెక్నాలజీ (Atomic-technology) అంతగా పురోగమించక కుంటుపడియున్నవి. ఈ పరిశోధనా ఫలితములన్నింటిని బహిరంగపరచి, మారణయంత్ర నిర్మాణ కార్యక్రమమునుండి మనస్సులను మళ్లించుకొనినగాని, శాంతిజీవితమునకు, పరిశ్రమలకు, వ్యాపారములకు, జీవనో

పాధులకు మానవుని శక్తిసామర్థ్యము లుపయోగపడవు — సార్థకములు కావు. ప్రపంచము శాంతిమార్గమును పట్టజాలదు. ఈ విషయమునుగురించి అమెరికా విశ్వవిద్యాలయములయందలి శాస్త్రనిపుణులు, లాజ్అలామాజ్లోని ఓపెన్హైమరు ప్రభృతులు ఘోషించుచుండిరి. కాని, వారిది అరణ్యరోదనముగానే ఉన్నది.

ఐనను శాస్త్రపరిశోధనలవిషయములో అమెరికావారు కేవలము విముఖులై యుండలేదు. పరిశోధనలుసాగుచున్నవి. జనరల్ ఎలక్ట్రికు కంపెనీ, మాన్సాంటో కెమికల్కంపెనీ(Monsanto Chemical Company) మొదలగువారిచేత కొన్నిపరిశోధనలను అమెరికావారు నడిపించుచున్నారు. ఈరెండుకంపెనీల పర్యవేక్షణముక్రింద ఎన్నోకంపెనీలు, విశ్వవిద్యాలయములు, పనిసాగించుచున్నవి. ఆర్గోన్ (Argonne) లో ధాతుపరిశ్రమాలయము (Metallurgical Laboratory) ఒకటి బ్రహ్మాండమైనది పనిచేయుచున్నది. దీనికి ఎందరో విశ్వవిద్యాలయములవారు, కళాశాలలవారు తోడ్పడుచున్నారు.

ఇట్లే కెనడా, గ్రేట్బ్రిటను, ఫ్రాన్సు, మొదలగు దేశములలో ఎవరికిచేతనైనట్లువారు ప్రత్యేకించి పరిశోధనశాలల నిర్మించి పనిచేయుచున్నారు. కాని, వీరందరు సంప్రతించుకుని, ఒకనిర్మాణకార్యక్రమము నేర్పరుచుకొని, సహకరించినచో ఇంత

కంటె ఎన్నోరెట్లు లాభకరముగా శాస్త్రజ్ఞానము అభివృద్ధిపొంది యుండును. *

ఇట్టిసందర్భములలో జరుగుచున్న పరిశోధనల సారాంశములు, కొన్ని, ఈదిగువున పేర్కొనబడినవి.

(i) ఇంగ్లాండులో బెర్క్సషైరులోని హార్వెల్ (Harwell) లో పరమాణుశక్తి పరిశోధనాసంస్థ (Atomic Energy Research Establishment) ఒకటి స్థాపింపబడినది. 100 – 6,000 కైలోవాట్ల శక్తిగల కొన్నిరియాక్టర్లు కట్టబడినవి. వాటినుండి వేరువేరు శక్తులతో వెలువడే న్యూట్రానులను, ఎల్యూమినియము, మెగ్నీషియము, ఇనుము మొదలగు పదార్థములలోనికి, పోనిచ్చినప్పుడు న్యూట్రానులలో ఎన్నోభాగము హరింపబడి, ఎన్నోభాగము విడుదలయగుచున్నదో తెలిసికొని, పదార్థములయొక్క న్యూట్రానుశోషణశక్తిని (Absorption power) కనుగొనుచున్నారు. బరువు హైడ్రజను, కేడ్మియము, బోరానులకు ఈశోషణశక్తి హెచ్చుగా యున్నదని కనుగొన్నారు. అందుచేతనే, రియాక్టర్లలో వెలువడే

---

* పశ్చిమ ఐరోపాఖండమందుగల వివిధదేశములవారు ఈ 1952 సంవత్సర ప్రారంభమున ఇట్టి సహకార న్యూక్లియరు పరిశోధనాలయమును (European Nuclear Laboratory) యునెస్కో (Unesco) వారి ప్రాపున స్థాపించిరి. నీల్ బోర్, హైజన్‌బర్గు మొదలగు ప్రముఖశాస్త్రజ్ఞులు పాల్గొనుచున్నారు. 500M.e.v.ల శక్తి గలిగినట్టి, 10,000 M. e. v. ల శక్తిగల, సింక్రోసైక్లోట్రాను, కాస్మోట్రాను యంత్రములను నెలకొల్పబూనియున్నారు.

శక్తిని కంట్రోలుచేయుటకై వీటినుపయోగించుచున్నారు, మరియు న్యూట్రానులను ప్రవేశపెట్టుటచేత పదార్థములయొక్క స్థితిస్థాపకత్వము (Elasticity), ఉష్ణవాహక, విద్యుద్వాహక, శక్తులు (Thermal and electric conductivities) మొదలగు పదార్థ గుణములలో కలుగుమార్పులను తెలిసికొనుచున్నారు. ఈవివరములు తెలియకుండ ఈపదార్థములను వాడినచో ఉపయోగ ముండను సరిగదా అపాయముకూడ కలుగవచ్చును.

(ii) ముప్ఫైయేండ్లకు పూర్వమునుండీ ఎక్సుకిరణముల సహాయముతో వివిధపదార్థములయొక్క స్ఫటికనిర్మాణ కట్టడములను Crystal structures) తెలిసికొనుచున్నాము. ఇందువలన శాస్త్రవిషయములకు, పరిశ్రమలకు ఎన్నోలాభములు కలిగినవి. ఎక్సుకిరణములతో వలెనే, న్యూట్రానులతోకూడ పదార్థములయొక్క నిర్మాణరహస్యములను తెలిసికోవచ్చునని నూతనముగా కనిపెట్టినారు. ఎక్సుకిరణములతో సులభసాధ్యముకానట్టి నిర్మాణ రహస్యములను, న్యూట్రానుప్రయోగములవలన తెలిసికోగలుగుచున్నారు. మరియు, నూతనవిషయములను కొన్నిటిని గుర్తించుచున్నారు.

(iii) పరమాణుశక్తి నుత్పత్తిచేయుటకై, బరువైనయురేనియమును, తోరియమును విరివిగా ఉపయోగించుటకై అన్వేషణలు సాగుచున్నవి.

(iv) మిక్కిలిశక్తివంతములగు విద్యుద్యంత్రములగురించి నవీనరసవాద ప్రకరణములో చెప్పబడినది. సింక్రోసైక్లోట్రాను, బెవట్రాను, బీటాట్రాను, కాస్మోట్రాను మొదలగు పరమాణు విధ్వంసకయంత్రములు (Atom smashers) వివరింప బడినవి. ఈయంత్రములసహాయమున పరమాణుకేంద్రకనిర్మాణ రహస్యములు తెలుసుకోగలమని శాస్త్రజ్ఞులాశించుచున్నారు. పరమాణు కేంద్రకమందలి ప్రోటానులు ఒకదానినుండి యొకటి విద్యుద్వికర్షణశక్తి (Electro-static repulsion) వలన విడిపోకుండ యుండుటయేగాక కేంద్రకమందు దగ్గరగా గుమిగూడియుండుటకు తగినయాకర్షణశక్తి ఎక్కడిది? న్యూట్రానులను ప్రోటానులను, దగ్గరగా లాగియుంచగలిగిన శక్తులయొక్క తత్వమెట్టిది? ప్రోటాను, న్యూట్రానులయొక్క నిర్మాణమెట్టిది? అను కొన్ని మూలసమస్యలకు సమాధానమీపరిశోధనలవలన, ఈయంత్రసహాయముల వలన, తేలగలదని నమ్ముచున్నారు. ఈసమాధానములకును, విశ్వకిరణముల (Cosmic rays) యందు గోచరించు వివిధములగు మీజానుల (Mesons) యొక్క స్వరూపస్వభావములకును సంబంధమున్నట్లు గోచరించుచున్నది. విశ్వకిరణముల యందు గోచరించిన నూతనకణములగు మీజానులలో కొన్నింటిని ఈవిద్యుద్యంత్రసహాయమున సృష్టించుచున్నారు.

మరియును, కాస్మోట్రానుయంత్రసహాయముచేత, శక్తిని ద్రవ్యముగా మార్చగలమని శాస్త్రజ్ఞు లాసించుచున్నారు.

మిలియను ఎలక్ట్రానువోల్టులశక్తిగల ప్రోటానులు న్యూట్రానులను డీకొనినప్పుడు ప్రోటాను న్యూట్రానుగాను, న్యూట్రాను ప్రోటానుగాను తారుమారైనవని కనిపెట్టినారు!

వేయికోటి ఎలక్ట్రానువోల్టుల (10,000 M.e.v.ల) శక్తిగల కాస్మోట్రానునుండి వెలువడు ప్రోటానులు — కొన్నిసందర్భము లలో ఒకదానినొకటి డీకొనుటచేత హత్తుకొనిపోయి, నాలుగేసి ప్రోటానులు ఏకమై కలిసి, ఒకహీలియముకేంద్రకముగా మార వచ్చునని, అట్టిమార్పులో హైడ్రజనుబాంబులో వలెనే, సూర్య బింబ మధ్యభాగములోవలెనే, అమితమగుశక్తి వెలువడవచ్చు నని శాస్త్రజ్ఞులాసించుచూ పరిశోధనలు సలుపుచున్నారు: ఈపరి శోధనలను సక్రమముగాజరిపి, జయమునుపొందవలెనన్న, ఎన్నో విషయములు గణితముచేత తెలిసికొనవలసియున్నది. అట్టి గణిత మును నిపుణులుచేయుచున్నారు.

ప్రకృతిలోని రేడియోఏక్టివుమార్పుల పరంపరలో యురేని యము, ఏక్టినియము — ఎక్సు (Actinium - X) గా మారుటకు డెబ్బైకోట్ల (70,00,00,000) సంవత్సరములు పట్టును. కాని, శక్తివంతమగు విద్యుద్యంత్రసహాయమున ఈమార్పును కృత్రి మముగా అతిశీఘ్రకాలములో చేయగలుగుచున్నారు!

(V) న్యూట్రానులప్రయోగముచేత యురేనియముకేంద్రకము విచ్ఛిన్నమై రెండు ఇతరకేంద్రకములు సృష్టియగుచున్నవి. ఈ

సృష్టి అనేకవిధములుగా ఉండును. వివిధములగు జంటలుగా యురేనియముకేంద్రకము పరివర్తనము పొందుచుండును. కాని ఒక్కవిశేషముమాత్రము కలదు. యురేనియముకేంద్రకము యొక్క భారములో ⅜ భాగముకంటె తక్కువబరువు కలవిగాని, ⅝ కంటె ఎక్కువబరువు కలవిగాని ఈజంటలలో ఉండవు. దీనికి కారణమును పరిశోధించుచున్నారు.

(vi) రియాక్టర్లలోని యురేనియముకేంద్రకములు బ్రద్దలగుటకు బైటనుండి న్యూట్రానులను మొట్టమొదట ప్రయోగించవలెననీ, లేకున్నచో రియాక్టరు, పనిప్రారంభించలేదనీ సూచించియున్నాను. కాని, పరిశీలించగా బైటిసహాయమవసరము లేకుండగనే రియాక్టర్లలోనే ఉన్నన్యూట్రానులవలననే పనిప్రారంభమగుచున్నదని తెలియవచ్చినది. ఇట్టి స్వయంభువులగు న్యూట్రానుల జన్మరహస్యమును తెలిసికొనుటకై శాస్త్రజ్ఞులు పరిశీలనలను జరుపుచున్నారు.

(vii) సైక్లోట్రానులనుండి వెలువడు శక్తివంతములగు డ్యూటీరానులతో స్ఫటికములను (Crytals) ముట్టడించి, వాటికి స్వాభావికములగు రంగులలో, మార్పులు కలిగించుచున్నారు. వజ్రములలో తెలుపు, నీలముధాతు, కలవి మంచివి. కొద్దిగా ఆకుపచ్చని రంగున్నచో అవిశ్రేష్ఠతమమగు వజ్రములు. పసుపురంగు కలవి చాలాతక్కువజాతివి. అట్టివాటిని డ్యూటీరానులతో ముట్టడించి శ్రేష్ఠతమములగు వజ్రములుగా శాశ్వతముగా మార్చుచున్నారు,

1(93)jpg

(viii) ఈమధ్యనే, హార్వెలు పరమాణుశక్తి పరిశోధనా సంస్థలో, సెకనుకు నూరుకోట్ల న్యూట్రానులను వెలువడ జేయునట్టి సాధనమును కనిపెట్టిరి. ఇట్టి శక్తివంతములగు, న్యూట్రానులవలన వింతసాధనలు జరుగగలవని తలపోయు చున్నారు.

(ix) ఇండియాదేశములో పరమాణుశక్తి శాస్త్రపరిశోధనలు చేయవలసిన యవసరమెంతో కలదు. పరమాణుకేంద్రకనిర్మాణ విషయములగురించి ఇతరులు గ్రహించిన విషయములనైనను తెలిసికొనుటకు ప్రారంభించవలసియున్నది. ఇందుకొఱకై, పరమాణుశక్తివిచారణసంఘము(Atomic Energy Commission) నొకదానిని మనప్రభుత్వమేర్పరిచినది. విశ్వకిరణపరిశోధనయం దారితేరిన, సుప్రసిద్ధవిజ్ఞానవేత్తయగు డాక్టరు హోమీభాభాను ఈవిషయములో ముఖ్యునిగా నియమించియున్నారు. ఈపరిశోధ నలు విరివిగా చేయవలసియున్నదని, తగినవిద్య, శిక్షణ, ఇచ్చి నచో మనయువకులు విదేశీయులకెంతమాత్రము తీసిపోరని, ఇందులకై కోట్లకొలదిసొమ్ము వెనుకంజవేయక తక్షణము మంజూరుచేయవలసియున్నదని, గొప్పపరిశ్రమల కధికారులగు కోటీశ్వరులు, ప్రభుత్వమువారు, ఈపరిశోధనల ఆవశ్యకతను ఎంతత్వరలో గ్రహించి కార్యమునకు పూనిన, మనదేశమునకంత లాభమని, మనముకూడ ఒకవ్యక్తులమేయని శాస్త్రపరిశోధనా ప్రపంచమున తలయెత్తుకోవచ్చునని, భాభాచెప్పుచున్నాడు.

12

బంగారుగనులున్నచోట యురేనియము ఖనిజములుండుట స్వభావము. ఇండియాదేశమందు బంగారుగనులు కలవు. వాటి పరిసరములయందుండగల యురేనియముగనులకై ప్రయత్నించి గుర్తించవలసియున్నది. ఇందులకై ప్రభుత్వమువారు భూగర్భ శాస్త్రనిపుణులను ఏర్పాటుచేసియున్నారు. వారు కొంతపని చేయుచున్నారు. కొన్నిగనులను వారుకనిపెట్టియుండవచ్చును. మరియు, తిరువాన్కూరులో తోరియము ఎక్కువగాగల మోనజైటు (Monazite) ఇసుకదొరుకుచున్నది. ఈ ఇసుకలో యురేనియము కూడ కొంతయుండును. ఈయిసుకనుండి తోరియమును, యురేనియమును తయారుచేయుటకై ఆళ్వాయిలో ఒకకర్మాగారము సర్వసిద్ధము చేయబడినది. ఫ్రెంచినిపుణులు దీనిని నడుపుదురట. జమ్‌షెడ్‌పూరులోని నేషనల్ మెటలర్జికల్ లేబొరేటరీ (National Metallurgical Laboratory) లో బెరిలియమ్ లోహమును, దాని మిశ్రలోహములను తయారుచేయుటకాలోచనలు జరుగుచున్నవి. ఇందులకు గావలసిన బెరిల్‌అను ఖనిజము మన దేశమందు కలదు.

ఇంతవరకు సూచించిన పరిశోధనలు కేవలము శాస్త్రసంబంధములు. ఇవి, ఒకసద్యోఫలము నపేక్షించిగాని, పరిశ్రమల యందలి ఫలానాలాభమునుద్దేశించికాని, చేయునవికావు. ఇట్టి నిష్కామపరిశోధన (Fundamental research) వలన శాస్త్రములోని మూలసమస్యలకు సమాధానములులభించి, శాస్త్రజ్ఞానాభివృద్ధి సాగుచుండును. ఇంతకంటె పరమప్రయోజన మేది

1(93)jpg

యును లేదు. ఇట్టిపరిశోధనలు అన్నిదేశములవారు నిష్కామ వృత్తితో, అన్యోన్యసహకారముతో చేయవలసిన విధియైయున్నది. ఇట్టిది జయప్రదముగ సాగవలెనన్న, ప్రపంచమందలి సంఘ జీవితములో పూర్ణమైన శాంతి – భద్రతలు స్థాపనకావలెను.

3. a. పారిశ్రామికోపయోగములు (Industrial Applications) :— క్లిన్‌టన్‌వర్క్సులోను, హేన్ఫర్డులోను, లాజ్‌ఎలామాజ్‌లోను ఏర్పాటుచేసిన వివిధకర్మాగారములు, పరిశోధనశాలలు, యంత్రములు, అన్నీ, పరమాణుబాంబు పరిశ్రమలోని భాగములు. ఈపరిశ్రమాంతర్గత భాగములలో మిక్కిలి ముఖ్యమైనది. వ్యాపనవిధానము (Diffusion Method) చేత తేలికయురేనియమును తయారుచేయు కర్మాగారము. దీనిని గురించి ఇదివరలో చెప్పబడినది.

ఇందులో వేలకొలది సంపీడన పంపులు (Compression pumps) వేక్యూముపంపులు పనిజేయవలసి వచ్చినది. ఈపని అతినైపుణ్యముతో నెరవుటకుగాను ఎన్నోక్రొత్తక్రొత్త నిపుణతలు (New technique) గల మార్పులతో ఈపంపులు తయారుచేయబడినవి. ఈశ్రేష్ఠతరములగు పంపులు ఇతరపారిశ్రామిక కార్యముల కెన్నింటికో ఉపకరించుచున్నవి. మరియు ఈవ్యాపన విధానమం దుపయోగమైన గోడలనిర్మాణము చాలాచిత్రమైనది. ఒక్కొక్క గోడయొక్క వైశాల్యము కొన్నివేల చతురపుటడుగులు. అందలి రంధ్రముల అడ్డకొలత అంగుళములో ఇరువదిలక్షో

భాగము. అట్టి రంధ్రములు, కోటానుకోట్లుగా ఏకరీతిని గోడలో, సమానదూరములయం దేర్పాటు చేయబడినవి. ఇట్టి అడ్డ గోడలను నిర్మించగలుగుటచేతనే, ఈవిధానము జయప్రదమైనది. ఇట్టి గోడలవలన నేటిపరిశ్రమలకు, అనేక నూతనోపయోగములు కలుగుచున్నవి.

b. ఇతరవాయువుతో మిశ్రితమగు హీలియముగాలిని, ఈవ్యాపనవిధానముచేత పరిశుద్ధము చేయుచున్నారు. ఇదివరకు వాడుకలో ఉండే విధానముకంటె ఇది శ్రేష్ఠమైయున్నది. హీలియము టర్రైబసులు నిశితముగా పనిచేయుటకు శుభ్రమగు హీలియము గాలి ఎంతో అవసరము.

c. కొన్నిపరిశ్రమలలో విడుదలయ్యే మిశ్రవాయువులలో కలసియున్న ఉదజనిగాలిని ఈవిధానముచేత విడదీసి ఉపయోగమునకు తెచ్చుచున్నారు.

d. కృత్రిమరబ్బరు, ప్లేస్టిక్సు, ఆల్కహాలు మొదలగు పదార్థములను తయారుచేయుటలో ఎతిలీను (Ethylene) చాల అవసరము. కొన్నినూనులను అగ్నిమీదపోయగా, అందుండి విడువడి వెడలిన వివిధవాయువులలో కలసియున్న ఎతిలీనును, ఈవ్యాపనవిధానముచేత విరివిగా తయారుచేయుచున్నారు. ఈ విధానముచేతనే, పెట్రోలియముపరిశ్రమలో, గేసులీనును (Gasoline) విడదీయుచున్నారు.

e. మరియు, ఫేక్టరీలలో ఉత్పత్తిఅయే దుమ్ము, పొగ మసి, బుగ్గి మొదలగువాటివలన కార్మికుల ఆరోగ్యము భంగము కాకుండా, కొన్ని విద్యుత్సాధనములచేత వాటిని వేరుచేసి, గాలిని శుభ్రముగా ఉంచుచున్నారు. ఈవిద్యుత్సాధనములు చాల ప్రమాద ముతో కూడినవి. ఎంతోసొమ్ము అవసరమైనవి. అందుచేత ఆ సాధనముల బదులుగా, వ్యాపనవిధానమునుపయోగించుచున్నారు. దానివలన వ్యయప్రమాదములు తగ్గిపోయినవి.

f. విమానముల రెక్కలు మొదలగు యంత్రభాగములలో అతుకుట (Welding) అవసరము. అట్టి అతుకులలో ఏమాత్రము కూడ సన్నని గాలిరంధ్రములుగాని, గట్టితనముతో తేడాలుకాని, ఉండరాదు. ఉన్నచో ప్రమాదములు సంభవించును. బీటలువారి క్రమముగా యంత్రభాగములు విరిగిపోవును. ఇట్టిరంధ్రములు లేకుండ ఆయాభాగములను శ్రేష్ఠతరములగు హైవ్యాక్యూము పంపులతో పరిశీలించుచున్నారు. దీనివలన ప్రమాదములు తగ్గినవి.

g. పరిశ్రమలలో అనేకపనులు ఏకకాలమున జరుగు చుండును. ఏపనిలోకూడ, ఎక్కడా, ఎప్పుడూ, ఏమీ, లోటు రాకుండ, వేయికళ్లతో చూడవలసిన యవసరమున్నది. అందు లకై నిరంతరము, నిరాఘాటముగా, అతిసున్నితముగా, తమం తట తామే పనిచేయునట్టి సూచనాయంత్రములు (Automatic indicators) నిర్మింపబడినవి. వీటివలన వివిధక్రియలయొక్క స్థితిని ఎల్లప్పుడును తెలిసికొనవచ్చును. ఎప్పటికప్పుడు ఏమైనా

లోటు కనిపించినచో సర్దుబాటుచేసికొనుటకు. ఆటంకములు లేకుండ పనిని నిపుణతతో కొనసాగించుటకు ఈసూచనా యంత్రములుపయోగపడుచున్నవి. తేలికయురేనియమును వ్యాపన విధానముచేత తయారుచేయు పరిశ్రమలో ఈసూచనా యంత్రములు మొదట సృష్టింపబడినవి.

h. విటమినులను వేక్యూము సహాయమున డిస్టిలుచేసి తయారుచేయుట. ఎలక్ట్రానిక్ గొట్టముయందుండు హైవేక్యూమును గుర్తించుట. ఆహారపదార్థములలోని నీటిని తీసివేసి వాటిని నిలవజేసి జాగ్రత్తపెట్టుట మొదలగుకార్యములలో హైవేక్యూము నైపుణ్యము చాల తోడ్పడుచున్నది.

i. పరమాణుబాంబు పరిశ్రమ రసాయనికశాస్త్ర పరిశ్రమకెంతో ఉపకారకమైనది. నూతనములగు రసాయనిక పదార్థములు సృష్టిచేయబడినవి. * అట్టిపదార్థములెంత సూక్ష్మశకలములుగా ఉన్నను వాటిని రసాయనికముగా విభజించి (analyse) అందుగల మూలపదార్థములను కనుగొనునట్టి సూక్ష్మతమ విభజనాపద్ధతి (micro-analysis) ఒకటి కనుగొనబడినది.

---

* పరమాణుపట్టీలో ఖాళీగాయున్న 43, 61, 85, 87 సంఖ్యలుగల మూలపదార్థములనిట్లే కనిపెట్టిరి. వీటి పేర్లు, టెక్నీషియము (మసూరియము) ప్రొమీతియము (ఇల్లినియము) ఏస్టటైను (అలబేమియము) ఫ్రాన్సియము (వర్జీనియము). యురేనియముతరువాతి మూలపదార్థములుకూడ ఇట్లు తయారుచేయబడినవే. ఈ నూతన రసాయనశాస్త్రమును రేడియోకెమిస్ట్రీ యందురు. దీని ముఖ్యస్థానము కేలిఫోర్నియా విశ్వవిద్యాలయము.

j. లోహపరిశ్రమ (Metallurgy) కు ఎన్నెన్నో లాభములు కలిగినవి. ఈలాభములకన్నిటికిని మూలకారణమగు ఒక చిత్రమైన పరిశోధనావిధానము కనిపెట్టబడినది. దీనిని, మార్గాన్వేషణా విధానము (tracer technique) అందురు. దీనిని గురించి కొంతతెలిసికొనుట యవసరము.

ఉప్పులో సోడియము, క్లోరీను సమ్మేళనమై యుండును. ఈ సోడియము పరమాణుభారము 23. ఇది స్థిరకేంద్రకముగలది. 24 పరమాణుభారముగల ఏకస్థానీయ సోడియము కలదు. దీని కేంద్రకము అస్థిరము. అందుచేత ఈసోడియమునకు రేడియో ఎక్టివిటీ కలదు. దీనినుండి బీటాకిరణములు వెలువడుచుండును. ఈరెండు విధములైన సోడియములు క్లోరీనుతో సమ్మేళనమై ఉప్పుగామారును. ఈసాధారణ, రేడియో, ఉప్పులకు రసాయనికముగా ఏవిధమైన భేదమునులేదు. సాధారణఉప్పులో రేడియో ఉప్పును కలిపినచో వాటిని రసాయనికముగా విడదీయవీలుండదు. మామూలు ఉప్పులో అంతటను, నీటిలోని పాలవలె, సర్వసమానముగా రేడియోఉప్పు కలసిపోయియుండును. ఈమిశ్రఉప్పును నోటిలో వేసికొనిన ఒకనిముషములోగానే చమటతోకలసి అది చర్మముమీద కనిపించును. అందు రేడియోఏక్టివు ఉప్పుకూడ యుండుటచేత, రేడియోఏక్టివిటీని సూక్ష్మముగా గుర్తించే యంత్రముచేత, దానిని గుర్తించవచ్చును. ఇట్లే, ఒకరసాయన ప్రక్రియ యందుగాని(Chemical process,), ప్రాణులయందుగాని రేడియో ఏక్టివుపదార్థలేశమును ప్రవేశపెట్టి, ఆపదార్థము ఎప్పుడు, ఏభాగ

ములో ఎంతఉన్నదీ కనిపెట్టవచ్చును. ఎక్కడనుండి ఎక్కడకు, ఎంతకాలములో ఆపదార్థము ప్రయాణముచేయుచున్నదో అన్వేషించవచ్చును. అందుచేతనే, దీనిని మార్గాన్వేషణవిధానమన్నారు. ఈవిధాన మతిసున్నితమైనది. రేడియోఏక్టివు పదార్థముయొక్క బరువు, ఒకగ్రాములో పదికోట్ల కోటిభాగమై (10^{-15})యున్ననూ దానిని గుర్తించవచ్చును. ఈవిధానము నెట్లుపయోగించుచున్నారో కొంతతెలిసికొందాము.

(i) కేడ్మియము, టన్‌స్టను, నికిలు, మొదలగు లోహముల నుపయోగించి వివిధములగు ఉక్కులను చేయుచున్నారు. అనేక ఇతరమిశ్రలోహములుకూడ నానావిధోపయోగములకై తయారగుచున్నవి. ఒకలోహములో ఇంకొకలోహము ఎట్లు చొరుచుకునిపోయి, విస్తరించుచున్నదో, దానివలన మిశ్రలోహముయొక్క గుణమెట్లుమారుచున్నదో మొదలగువిషయములు ఈ నూతన విధానముచేత సులువుగా తెలిసికొనుచున్నారు.

(ii) మిశ్రలోహములతో పోతపోసిన యంత్రములయందు గల నలి, తొలి, గాలి, కర్తీ మొదలగు లోపములు ఏ యేభాగములయందున్నది కనిపెట్టి, ఆయాభాగములయొక్క సూక్ష్మఛాయాచిత్రములను (Micro - photographs) తీసి, వివరములను శోధించగలుగుచున్నారు.

(iii) యంత్రములలోని చక్రములు, ఇరుసులు, పిస్టనులు, పిస్టనురింగులు, సిలిండర్లు మొదలగునవి, నిరంతరము

తిరుగుచు, ఆడుచు ఉండుటచేతకలుగు రాపిడివలన రజముపుట్టి యంత్రములు క్రమముగా బలహీనము లగుచుండును. అందుచేత, ఒరిపిడిచేత త్వరగా అరిగిపోని మిశ్రలోహములను యంత్రములలోవాడుట అవసరము. ఈరాపిడిని తగ్గించుటకు కందువనూనులను (lubricating oils) ఉపయోగించెదరు. కొంతరాపిడి జరిగిన తరువాత ఈనూనెను పైకితీసి. అందు మిశ్రలోహమెంత ఉన్నదీ, మార్గాన్వేషణా విధానముచేత, సున్నితముగా లెక్కగట్టవచ్చును. ఆలెక్కనుబట్టి, మిశ్రలోహముల తారతమ్యమును సులభముగా గ్రహించవచ్చును.

(iv) వడుకునూలు పరిశ్రమలో నూనిపదార్థమును నూలుపోగునకు సూక్ష్మముగా పూయవలసియున్నది. ఈపూత ఏకరీతినుండక, హెచ్చుతగ్గులుగా ఉన్నచో నేతలోను, రంగులు వేయుటలోను కొన్ని తికమకలు సంభవించి బట్టయొక్క నాణ్యము తగ్గును. నూలుపోగుపైనున్న కొవ్వుపదార్థపుపూతలోని వ్యత్యయములను సూక్ష్మముగాతెలిపే సాధనములు ఇంతవరకు చేకూరలేదు. ఈమార్గాన్వేషణ విధానముచేత నూలుపోగుయొక్క పొడుగంతకును మైక్రో ఫొటోగ్రాఫుతీసి వ్యత్యాసములను తెలిసికోగలుగుచున్నారు; లోట్లను సవరించుకొనుచున్నారు.

(v) కొన్నిరేడియోఏక్టివు సమ్మేళనద్రవ్యములను రంగులలోకలిపి, ఆరంగులను బట్టలకువేసి, ఆబట్టలను వెలుగులో ఉంచుటచేత రంగులు బట్టలకుబాగాపట్టుట, త్వరలోరంగులు ఆరిపోవుట జరుగుచున్నది. ఈవిధానముచేత, ఆరువందలగజముల

ములో ఎంతఉన్నదీ కనిపెట్టవచ్చును. ఎక్కడనుండి ఎక్కడకు, ఎంతకాలములో ఆపదార్థము ప్రయాణముచేయుచున్నదో అన్వేషించవచ్చును. అందుచేతనే, దీనిని మార్గాన్వేషణవిధానమన్నారు. ఈవిధాన మతిసున్నితమైనది. రేడియోఏక్టివు పదార్థముయొక్క బరువు, ఒకగ్రాములో పదికోట్ల కోటిభాగమై (10^{-15})యున్ననూ దానిని గుర్తించవచ్చును. ఈవిధానము నెట్లుపయోగించుచున్నారో కొంత తెలిసికొందాము.

(i) కేడ్మియము, టన్స్టను, నికిలు, మొదలగు లోహముల నుపయోగించి వివిధములగు ఉక్కులను చేయుచున్నారు. అనేక ఇతరమిశ్రలోహములుకూడ నానావిధోపయోగములకై తయారగుచున్నవి. ఒకలోహములో ఇంకొకలోహము ఎట్లు చొరుచుకునిపోయి, విస్తరించుచున్నదో, దానివలన మిశ్రలోహముయొక్క గుణమెట్లుమారుచున్నదో మొదలగువిషయములు ఈ నూతన విధానముచేత సులువుగా తెలిసికొనుచున్నారు.

(ii) మిశ్రలోహములతో పోతపోసిన యంత్రములయందు గల నలి, తొలి, గాలి, కర్తీ మొదలగు లోపములు ఏ యేభాగములయందున్నది కనిపెట్టి, ఆయాభాగములయొక్క సూక్ష్మఛాయాచిత్రములను (Micro-photographs) తీసి, వివరములను శోధించగలుగుచున్నారు.

(iii) యంత్రములలోని చక్రములు, ఇరుసులు, పిస్టనులు, పిస్టనురింగులు, సిలిండర్లు మొదలగునవి, నిరంతరము

తిరుగుచు, ఆడుచు ఉండుటచేతకలుగు రాపిడివలన రజముపుట్టి యంత్రములు క్రమముగా బలహీనము లగుచుండును. అందుచేత, ఒరిపిడిచేత త్వరగా అరిగిపోని మిశ్రలోహములను యంత్రము లలోవాడుట అవసరము. ఈరాపిడిని తగ్గించుటకు కందువనూను లను (lubricating oils) ఉపయోగించెదరు. కొంతరాపిడి జరిగిన తరువాత ఈనూనెను పైకితీసి, అందు మిశ్రలోహమెంత ఉన్నదీ, మార్గాన్వేషణా విధానముచేత, సున్నితముగా లెక్క గట్టవచ్చును. ఆలెక్కనుబట్టి, మిశ్రలోహముల తారతమ్యమును సులభముగా గ్రహించవచ్చును.

(iv) వడుకునూలు పరిశ్రమలో నూనిపదార్థమును నూలుపోగునకు సూక్ష్మముగా పూయవలసియున్నది. ఈపూత ఏకరీతినుండక, హెచ్చుతగ్గులుగా ఉన్నచో నేతలోను, రంగులు వేయుటలోను కొన్ని తికమకలు సంభవించి బట్టయొక్క నాణ్యము తగ్గును. నూలుపోగుపైనున్న కొవ్వుపదార్థపుపూతలోని వ్యత్య యములను సూక్ష్మముగాతెలిపే సాధనములు ఇంతవరకు చేకూర లేదు. ఈమార్గాన్వేషణ విధానముచేత నూలుపోగుయొక్క పొడు గంతకును మైక్రో ఫొటోగ్రాఫుతీసి వ్యత్యాసములను తెలిసికో గలుగుచున్నారు; లోట్లను సవరించుకొనుచున్నారు.

(v) కొన్ని రేడియోఏక్టివు సమ్మేళనద్రవ్యములను రంగు లలోకలిపి, ఆరంగులను బట్టలకువేసి, ఆబట్టలను వెలుగులో ఉంచుటచేత రంగులు బట్టలకుబాగాపట్టుట, త్వరలోరంగులు ఆరి పోవుట జరుగుచున్నది. ఈవిధానముచేత, ఆరువందలగజముల

వంటి దేశములలో దున్నుట, విత్తనములు జల్లుట, ఎరువులు వేయుట మొదలగు కార్యములన్నీ, నూతనవిధానములతో సాగుచున్నవి. అందుచేత ఎకరమునకు పండేపంట బాగా ఎక్కువగా ఉన్నది. ఈఅభివృద్ధికి ముఖ్యకారణములు ఎరువులు. రెండువందలకోట్ల రూపాయల ఖరీదైనట్టి, ఒకటిన్నరకోట్ల టన్నుల ఎరువులు అమెరికావారు సాలీనావాడుచున్నారు. పంట వృద్ధియగుచున్నది కాని, ఎప్పుడు ఏలాగు, ఎంతఎరువు పంటకు ఉపయోగపడుచున్నదో, ఎంత వృధాగా నేలలో మిగిలిపోవుచున్నదో మొదలగు వివరములు స్పష్టముగా తెలియక కొంత గ్రుడ్డితనముగానే వ్యవసాయము సాగుచున్నది. అట్టిసందర్భములో మార్గాన్వేషణా విధానమునుపయోగించి, పరిశోధనలను జరిపి, లాభకరములగు బాలావిషయములను తెలిసికొనిరి. ఒక ఉదాహరణము నిచ్చెదను. అమ్మోనియము ఫాస్ఫేటు ఎరువులో స్వయంప్రకాశమగు భాస్వరమును స్వల్పముగాచేర్చి వాడినచో, భాస్వరము మొత్తములో ఎంతభాగము మొక్కలచేతఉపయోగింపబడుచున్నదీ తెలియవచ్చినది. ఆరంభమందేకాని, చివరకంటా కొన్నిపంటలకు ఎరువవసరములేదని, బంగాళాదుంపలవంటి పంటలకు చివరంటా ఎరువులవసరమని మొదలగు విషయములెన్నో తెలియవచ్చినవి. ప్రత్తిపంటకు ఎరువుయొక్క లాభము భూమినిబట్టి యుండునని, ఎరువునుపయోగించే విధానమునుబట్టి కొన్నిపంటలకు లాభముండునని తెలియవచ్చినది. వ్యవసాయక పరిశోధనాకేంద్రములలో (Experimental agricultural research centres)

ఈనవీన మార్గానుసారముగా పరిశోధనలు, కృషి, చాలాదేశము లలో సాగుచున్నవి.

ఈపరిశోధనలు పూర్తియగుటకు కొంతకాలము పట్టును. వ్యవసాయమునకు అదును, పదును, సంవత్సరమున కొకసారే గదా వచ్చును. కొన్నిసంవత్సరములపాటు వరసగా పరిశోధనలు సాగించి చూచినతరువాతగాని ఫలితములను నిర్ధారణచేయుట కష్టము. రెండోప్రపంచ సంగ్రామానంతరముగాని ఈపరిశోధనలు ప్రారంభముకాలేదు. మరియు, ఎరువులలో కలిపి ఉపయోగించుటకు కావలసిన స్వయంప్రకాశమగు ఏకస్థానీయములు — బొగ్గు, గంధకము, భాస్వరము, కాల్సియము, పొటాసియము మొదలగునవి — దేశమందంతట నుపయోగించుటకు కావలసినంత విరివిగా తయారగుచున్నవి.

ఇనుము, రాగి, తుత్తనాగము మొదలగు లోహములు పంటలకు, మొక్కలకు ఎంతఅవసరమో తెలిసికొనుటకై కూడ పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి.

పంటలకు కలిగే చీడలయొక్క, పట్టే పురుగులయొక్క, ఇతరవ్యాధులయొక్క స్వరూపమును తెలిసికొని వాటిని రూపుమాపుటకై ప్రయత్నములు చేయుచున్నారు. స్వయంప్రకాశమగు కొన్ని ఏకస్థానీయములను పైరులపైన, పంటలపైన జల్లినయడల,

పొగాకు మొదలగు పంటలకుపట్టిన చీడపురుగులు దుళ్లిపోగలవు, అనువిషయములెన్నో పరిశోధనలవలన వెల్లడైనవి.

నాగరకులను, సమర్ధులగుప్రభుత్వములవారు సర్వజీవనాధారమగు ఈపరిశోధనలను చురుకుగా సాగించుచున్నారు. సూర్యకాంతి సహాయమున, గాలిలోనున్న బొగ్గుపుబుసుగాలితో ఆకులలోని పిండిపదార్థము కలిసి, పచ్చటివస్తువుగా ఎట్లుమారుచున్నదో, వ్రేళ్లద్వారా మొక్కలు భూసారమునెట్లుగ్రహించుచున్నవో మొదలగు ముఖ్యమగు నూతనవిషయములను, ఈమార్గాన్వేషణా విధానముచేత శాస్త్రవేత్తలు కనుగొనుచున్నారు.

ఈ పరిశోధనల ఫలితముగా పశువులకు కావలసినమేత, మనుష్యులకు కావలసిన ఆహారపదార్థములు ఇదివరకుకంటె ఎక్కువగా సాగుచేయవచ్చునని నమ్ముచున్నారు. ప్రపంచము యొక్క జనసంఖ్య సాలీనా రెండుకోట్లు పెరుగుచున్నది. ఆహారాభి వృద్ధికూడ జనాభివృద్ధితో సమానముగనైన పెరుగవలెను గదా. అందుచేత ఈపరిశోధనలు అత్యంతశ్రేయోదాయకములు. అచిరకాలములోనే ఇవిఫలించి శాంతి, క్షేమము, లాభము ప్రపంచమునకు కలుగుగాక!

III. యుద్ధపరిశ్రమను గురించిమాత్రము ఇకచెప్పవలసియున్నది. పైనవివరించిన పరిశ్రమలన్నియును శాంతియుతమైనవి, దేశక్షేమమున కుపకరించునట్టివి. ఇదిఅట్టిదని చెప్పవీలులేదు. కాని, ఈపరిశ్రమ బ్రహ్మాండముగా సాగుచున్నది.

యుద్ధప్రయోజనమే పరమార్థముగా నెంచి, ఎంతధనమునైనను వ్యయముచేయుచున్నారు. దీనివలన ఆయా దేశములకే గాక, సర్వప్రపంచమునకును ఆర్థికముగా గొప్పనష్టము కలుగునని తెలిసికూడ ఈపరిశ్రమను సాగించుచున్నారు.

పరమాణుబాంబులను తయారుచేయుట కీపరిశ్రమేగదా ఆదిమూలము. హైడ్రోజనుబాంబును తయారుచేయు కృషి ఈ పరిశ్రమకు తలమానికము వంటిది.

పరమాణుశక్తితో నడిచే వివిధరకములైన ఇంజనులను— జలాంతరగాములను, సాధారణయోడలను, విమానములను — నడపుటకై తయారుచేయుచున్నారని ఇదివరలో చెప్పియుంటిని. మరియు, యుద్ధమందుపయోగపడు ఆయుధములను కొన్నిటి నీమధ్యే అమెరికావారు తయారుచేసినట్లు ప్రచురించియున్నారు.

i. పెద్దపట్టణములను, పెద్దకర్మాగారములను, యుద్ధ ప్రయత్నములకు జీవములవంటివైన పెద్దసంస్థలనుధ్వంసముచేయుటకై, ఇదివరకు తయారుచేసిన పరమాణుబాంబులుపయోగపడును. ఇవి సుమారు పదిచతురపుమైళ్ల వైశాల్యములోని సర్వమును ధ్వంసముచేయగలవు. విశాలయుద్ధ వ్యూహరచనా సంబంధమగు (Strategic) పరమాణుబాంబులని, వీటినందురు. యుద్ధభూమిలో శత్రువులమీద వీటినిప్రయోగించినచో, అవి శత్రువులనేగాక, ప్రయోగించినవారినికూడ ధ్వంసముచేయును. అందుచేత, తక్కువ వైశాల్యమగు ప్రదేశమునుమాత్రమే ధ్వంసముచేసి, శత్రువులకు

మాత్రమే అపాయమును కలిగించి, ప్రయోగించుసేనల కెట్టి భయమును కలిగించనట్టి బాంబులను తయారుచేయుట చాలఅవసరమైన కార్యము. ఈకార్యమునీమధ్యనే అమెరికావారు సాధింపగలిగిరి. స్థానికయుద్ధ రచనాసంబంధమగు (Tactical) పరమాణు బాంబులని వీటికిపేరు. గుమిగూడియున్న శత్రుసేనలను వీటితో ఒక్కొక్కసారి 20,000 వరకు హతమొనర్చవచ్చును. రెండు, మూడు చతురపుమైళ్ల ప్రదేశమునుదాటి దీనిధ్వంసక్రియ విస్తరించదు. బాంబునుప్రయోగించిన వెంటనే శత్రుస్థానములను నిరపాయముగా ప్రవేశించి ఆక్రమించుకోవచ్చును. వీటిని మచ్చునకు పేల్చిచూచి, ఎట్టిప్రమాదము ప్రయోగించు సేనలకుండదని నిర్ధారణచేసుకున్నారు. హిరోషిమా, నాగసాకీలమీద ప్రయోగించిన బాంబులకంటె ఇవి చిన్నవి, శక్తివంతములు. వీటిని యుద్ధరంగమునకు తేలికవిమానములమీద తీసికొని వెళ్లవచ్చును.

ii. విసురుటకు తగిన పరమాణు ఆయుధములను – ఎటామిక్ మిస్సిల్సు (Atomic missiles) లను – తయారుచేసియున్నారు, ఇంకనుచేయుచున్నారు. ఈయాయుధముల ముఖభాగమునందు పరమాణుశక్తియుతమగు మందమర్చబడియుండును. వీటిని, మనకుకావలసిన మార్గమునుపట్టునట్లుగా, నడిపించవచ్చును. అందుచేత వీటిని "Guided missiles with atomic war - heads" అని అందురు. ఇందు చేతులతోవిసరు హేన్డ్‌గ్రనైడులవంటి పరమాణుఅస్త్రములు కలవు. మరియు

భూసైన్యముల కత్యంతోపయోగములగు 75 టన్నుల బరువుగల పరమాణుశక్తి ఫిరంగులు కలవు. అన్నికాలములయందును, అన్నివేళలయందును, ఈపరమాణుఫిరంగుల నుపయోగించ వచ్చును. ఇంతశక్తివంతములగు ఫిరంగుల నింతవరకెన్నడును సృష్టించియుండలేదు.

అమెరికావారే కాకుండా బ్రిటిషువారుకూడ ఈ యుద్ధ పరిశ్రమను సాగించుచున్నారు. కొన్నిఫలితములను పొందిరని తెలియవచ్చినది. వీరు ప్రథమమున తయారుచేసిన పరమాణు అస్త్రములను, ఆస్ట్రేలియా ఉత్తరభాగమందలి ఒక నిర్జన ద్వీపమందు ప్రేల్చిచూచి ఫలితము లనుకొన్నట్టే ఉన్నవని తెలిసికొన్నారు.

1(101)jpg

XII

పరమాణుశక్తి - ఆర్థిక సంపద

(The Economics of Atomic Energy) *

రియాక్టర్లనుండి వెలువడే వేడితో నీటిఆవిరినిగాని, హీలియము గాలినిగాని వేడిచేసి, ఒత్తిడినిపెంచి, స్టీముటర్బైనును గాని, హీలియముగాలి టర్బైనునుగాని త్రిప్పి విద్యుత్తుపుట్టించే యంత్రనమూనాను 18 వ పటమున చూపియుంటిని. అట్టివి విరివిగా నిర్మింపబడి విద్యుచ్ఛక్తిని బహుళముగా పుట్టించుటకు పదిఏండ్లు పట్టగలదు. అప్పుడు ఇట్టియంత్రములవలన వివిధ దేశములలోని ఆర్థికస్థితులలో ఎట్టిపరివర్తనలు రాగలవు, వాటి వలన దేశములయొక్క ఆర్థికస్థితులలో ఎట్టిమార్పులు కలుగ వచ్చును అనువిషయము చాలాముఖ్యమైనది.

రాక్షసబొగ్గు నుపయోగించే ఇంజన్లద్వారా ఉత్పత్తయ్యే విద్యుచ్ఛక్తియంత్రములవలన ఒకపౌను బొగ్గు కాలినచో ఒక కైలోవాటు–గంట విద్యుత్తుపుట్టును. పరమాణుశక్తి ఇంజన్లతో-రియాక్టర్ల సహాయముతో-తయారయే విద్యుచ్ఛక్తి యంత్రముల

---

* అమెరికా సంయుక్తరాష్ట్ర సాంఘికపరిశోధనా సమితి (Social Science Research Council) వారి పనుపున చికాగో విశ్వవిద్యాలయములోని ఆర్థికపరిశోధనా సంస్థయగు కౌల్సుకమిషను (Cowles Commission) వారు పరమాణుశక్తివలన కలుగు ఆర్థికసంపత్తిలోని మార్పులను గురించి విపులముగా పరిశోధించిరి. ఆవిషయమొక పెద్దగ్రంథముగా – The Economic Aspect of Atomic Energy–1950 లో ప్రచురింపబడెను.

వలన ఒకపౌను యురేనియమునకు 25 లక్షల కైలోవాటుగంటల విద్యుత్తుపుట్టును. అందుచేత, ఒకపౌను యురేనియము 1250 టన్నుల రాక్షసబొగ్గుకు సమానమని చెప్పవచ్చును. అందుచేత యురేనియము, బొగ్గుకంటె సుమారు 400 రెట్లు తక్కువఖరీదు. యురేనియముఖరీదు, నేటిధరప్రకారము పౌను 100 రూపాయలు. ఇది ఎంతపెరిగిననూ బొగ్గుకంటె చాలారెట్లు ఖరీదుతక్కువే యనుటలో సందేహములేదు. అందుచేత రియాక్టర్లనుపయోగించుటలో ఈవిధమైనలాభమున్నదని స్పష్టము.

ఇంజనుకాక, ఇంకయెన్నోయంత్రములు, సాధనములు చేరినగాని విద్యుత్తు ఉత్పత్తికాదు. అవన్నియును రియాక్టరు ఇంజను నుపయోగించినప్పుడుకూడ అవసరములే. ఇట్టి యంత్ర సమ్మేళనముతో రియాక్టరు ఇంజనుతో తయారయే విద్యుత్తు యొక్క ఖరీదు అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్రములలో కైలోవాటు — గంట యూనిటుకు అర్ధణానుండి ముక్కాని లోపునయుండునని లెక్కలు తేలినవి. బొగ్గుఇంజన్లతో, తయారుచేసినచో యూనిటు ఖరీదెట్లాయుండునను ప్రశ్నకు దేశదేశములయందు బొగ్గుకుండే ధరనుబట్టి యుండగలదని జవాబుచెప్పవలసియున్నది. బొగ్గు గనులవద్దనే విద్యుత్తుయంత్రాగారమున్నచో యూనిటుఖరీదు అమెరికాలో అర్ధణాకంటె ఎక్కువగాఉండదని లెక్కకట్టబడినది. యంత్రాగారము బొగ్గుగనులకు దూరముగా వెళ్లినకొలది ఖరీదు పెరుగును కాని, యూనిట్ ముక్కానికంటే పెరగదని తేలినది. అందుచేత విద్యుత్తుఖరీదులలో రెండువిధానములకు తారతమ్యము లేదనే చెప్పవలెను.

ఖరీదువిషయముకాకుండా, ఇనుము - ఉక్కు, ఎల్యూమినియము, సిమెంటు, ఫాస్ఫేటు ఎరువు, మొదలగు పరిశ్రమలలో పరమాణుశక్తి ఇంజన్లతోచేయు విద్యుత్తునుపయోగించుటచేత, ఇతరమైనమార్పులేమైన కలుగునా యనువిషయము పరిశీలింపబడినది. అమెరికా సంయుక్తరాష్ట్రములలో ఆట్టిమార్పులు కలుగవని తేలినది. ఇట్టివిచారణా ఫలితములగురించి కొంతవివరముగా తెలిసికొనవలెనంటే ఇనుము — ఉక్కుపరిశ్రమ నుదాహరణముగా తీసికునిచూతము.

ఇనుము — ఉక్కుపరిశ్రమలో రాక్షసబొగ్గు చాలా అవసరము. వేడినిపుట్టించుటకై కొలిమిలోవేసి కాల్చుటకేకాక, ఇనుమును కరిగించి శుద్ధిపరచుటలోకూడ కోకు (Coke) రూపములోనున్న బొగ్గు ముఖ్యముగాకావలెను. అన్నిపనులకు కావలసిన యంత్రములను వీలైనంతవరకు ఒకచోటనే సమకూర్చినచో పరిశ్రమకు ఆర్థికముగా లాభముగనుక కోకుఓవెనులు, బ్లాస్టుఫర్నేసులు, స్టీలుఫర్నేసులు, రోలింగుమిల్లు మొదలైనవన్నియు ఒకచోట చేర్చబడియుండును. బొగ్గుకారణముగా ఇట్లు చేయవలసివచ్చినది. బొగ్గుకాల్చు అవసరములేని రియాక్టర్లుపయోగించినచో బ్లాస్టుఫర్నేసు పని పరమాణుశక్తివలనే చేయవచ్చునుగాన, స్టీలుఫర్నేసులు, రోలింగుమిల్లులు వగైరాలను ఎక్కడఎక్కువ సదుపాయములు కలవో అక్కడ ఏర్పాటుచేయవచ్చును.

ఐతే ఇనుము శుద్ధిచేయుటకు కోకుకావలెనుగదా, ఆపని ఎట్లునెరవేరునను సందేహము సహజము. కోకు అవసరములేకుండ

హైడ్రోజను నుపయోగించి ఇనుమును శుద్ధిచేసి స్పాంజిఇనుమును (Sponge iron) తయారుచేయు విధానమును ఈమధ్యనే కనిపెట్టి యున్నారు. పరమాణుశక్తితో ఉత్పత్తియగు విద్యుత్తుతో, నీటి నుండి ఎలక్ట్రాలిసిస్‌పద్ధతిని హైడ్రోజనును విడదీసి, దానితో ఇనుమును శుద్ధిచేయవచ్చును. ఈవిధానము పెద్దయెత్తున పరిశ్రమల కుపకరించునట్లుగా ఇంకాపెంపొందవలసియున్నది. ఇది త్వరలో పూర్తియగు సూచనలుకలవు. అప్పుడు ఇనుముగనులున్న చోటనే రియాక్టరునుకట్టి, విద్యుత్తును తయారుచేసి దానివలన హైడ్రోజనును నీటినుండి విడదీసి, ఇనుమునుశుద్ధిచేసి, స్పాంజి ఇనుమును కావలసినచోట్లకు పంపి, అక్కడ ఉక్కునుతయారు చేసికోవచ్చును. ఈ ఉదజనితో శుద్ధిచేయుయంత్రములను కొద్ది పాటిగా ఇనుముదొరికే గనులవద్దకూడ వాడవచ్చును.

మరియు, ఉపయోగములేని ఉక్కుయంత్రములయొక్క, సామానులయొక్క భాగములను, ముక్కలను, పిసళ్లను (Steel scrap) వృథాగాపోనీయక ఒకచోట ప్రోగుచేసి, పరమాణుశక్తి వలన పుట్టిన విద్యుచ్ఛక్తితో ఆకుప్పలనుకరిగించి, మంచిఉక్కు చేయవచ్చును. ఇట్టి ఉక్కుపరిశ్రమను బొగ్గుగనులవద్దను, ఇనుముదొరకుచోట్లను, ఇదివరలోవలె ఏర్పాటుచేయ నవసరము లేదు. మరియు, ఉక్కును కడ్డీలగా (Ingots) పోసి వాటిని కరిగించి వివిధసామానులుగా పోతపోయ నవసరములేకుండా ఉక్కు తయారగుచుండగానే, అది ద్రవరూపములోఉండగానే వివిధసామానులక్రింద పోతపోయునట్టి నూతనపద్ధతి ఈమధ్యనే

కనుగొనబడినది. అందుచేత న్యూయార్కువంటి పెద్దపట్టణము లోనే ఇట్టి ఉక్కుపరిశ్రమ నెలకొల్పవచ్చును. ఆఉక్కును దూరమునకు రవానా చేయనక్కరలేకుండగనే, అక్కడికక్కడే చుట్టుపట్ల వినియోగపరచవచ్చును. ఇట్టి పరిశ్రమవలన సంయుక్త రాష్ట్రములలో సాలీనా ముప్పది-నలుబదివేలటన్నుల ఉక్కును తయారుచేయవచ్చునట. ఈనూతనవిధానమువలనకలుగు సదుపాయములు దేశమున కొకతీరున ఉండగలవు.

గ్రేటు బ్రిటనువారికి కోకుదొరకుట అంతసులభముగా లేనందున ఉదజని శుద్ధివిధానము చాలా లాభదాయకముగా ఉండగలదు. ఇనుముగనులుండినను, మంచికోకు, మంచిబొగ్గు విరివిగా దొరకని బ్రెజీలు, ఇండియాలవంటి దేశములలో ఈనూతన విధానము మిక్కిలి లాభకరము, ఆచరణయోగ్యము అని నిపుణుల యభిప్రాయము. సేలము, బళ్లారిజిల్లాలలోని ఇనుము గనుల నుపయోగించుటకనువైన బొగ్గులేదని, అందుచేత ఇనుము-ఉక్కు పరిశ్రమల నచ్చట ఏర్పాటుచేయ వీలులేదని మన ప్రభుత్వమువా రభిప్రాయపడి యున్నారు. ఈ ఉదజని శుద్ధివిధానము త్వరలో పెద్దయెత్తున ఏర్పాటుచేయుట జయప్రదమైనచో, పరమాణుశక్తి సహాయమున ఇనుము-ఉక్కుపరిశ్రమలను పెద్దపెట్టున మనదేశములో ఉపక్రమించవచ్చును. ఉన్నపరిశ్రమలను త్వరలో అభివృద్ధిచేయవచ్చును అని ఆశించవచ్చును.

మొత్తముమీద ఒక ముఖ్యవిషయము గ్రహించతగి యున్నది. బొగ్గు, నూని, ఇంజనులబదులు పరమాణుశక్తి ఇంజను

లుపయోగపడజొచ్చినప్పుడు, విడుదలయ్యే బొగ్గు, నూనులతో పట్టణ ప్రాంతములందేగాక పల్లెపట్టులయందు నూతనపరిశ్రమల నేర్పాటు చేయవచ్చును. దానివలన దేశమునకు నూతన చైతన్యమును, సౌభాగ్యమును కలుగును. పల్లెపట్టులలోని జనులందరకు చేతినిండ పని దొరకును. నూతనోత్సాహము పుట్టును. బొగ్గు నూని సహాయముతోనేగాక రియాక్టర్లవలనకూడ దేశమందలి మూలమూలప్రదేశములయందు ఆవసరములైన పరిశ్రమలను నిర్మించవచ్చును. ఇందులకవసరమైన యురేనియము, తోరియము మనదేశమందు కలదనే భావింపబడుచున్నది.

మరియు, వ్యవసాయము మనదేశములో పెద్ద పరిశ్రమ. అందుచేత, వ్యవసాయము విరివిగాసాగే పల్లెప్రదేశములలో, వ్యవసాయమున కుపయోగపడు పనిముట్లు, ఎరువులు మొదలగు పరిశ్రమలను, ఏర్పాటుచేసినచో వ్యవసాయమున కంత్యంతోపయోగముగా యుండును. నేడు, ఇట్టి పరిశ్రమలను బొగ్గు, నూని ఉపయోగించినగాని నిర్మింప వీలులేకుండుటచేత, వ్యవసాయము సాగుచోట్ల వాటి నిర్మాణముచేయ వీలులేకున్నది. పరమాణుశక్తినే యుపయోగించగలిగిననా డట్టి పరిశ్రమలను నిర్మించి వ్యవసాయప్రాంతమందలి పనివాండ్రయొక్క, దేశముయొక్క ఆర్థికస్థితిని పెంపొందించవచ్చును.

XIII

పరమాణుశక్తి – పురాతనవస్తువుల కాలనిర్ణయము

(పరమాణు పంచాంగము – Atomic Calendar)

విశ్వకిరణములు మన వాతావరణముగుండా ప్రసరించుచున్నవి. వాటి తాకుడుచేత గాలిలోని నైట్రొజను పరమాణు కేంద్రకములు రేడియోబొగ్గు (C. 14) కేంద్రకములుగా పరివర్తనమగుచుండును. అందుచేత, వాతావరణములో 12 పరమాణు భారముగల సాధారణబొగ్గు (C. 12) 14 భారముగల రేడియోబొగ్గు కలిసియుండును. ఇట్లు కలిసియున్న లక్షకోటి (10^{12}) పరమాణువులలో, రేడియోబొగ్గు పరమాణువు ఒక్కటిమాత్రమే ఉండును. అన్ని రేడియోయాక్టివు పదార్థములవలెనే రేడియోబొగ్గుకూడ కిరణప్రసారముచేయుచు, హరించుస్వభావము కలది. ఎంతరేటులో ఈరేడియోబొగ్గు హరించుచుండునో అంతరేటులో విశ్వకిరణముల కారణముచేత సృష్టియగుచుండును. అందుచేత వాతావరణమందుగల మొత్తపుబొగ్గులో రేడియోబొగ్గుయొక్క భాగము ఎల్లప్పుడు ఒకటిగానేయుండును. ఈబొగ్గంతయు వాతావరణమందలి బొగ్గుపులుసుగాలి (Carbon dioxide) లో ఇమిడియుండునుగాని, వేరేబొగ్గురూపములో ఉండదు. బొగ్గుపులుసుగాలి నుపయోగించుకుని చెట్లు, మొక్కలు పెరుగుచుండును. కనుక చెట్లయందుగల బొగ్గుపదార్థములో ఒకలక్షకోటిభాగముమాత్రమే రేడియోబొగ్గుఉండును. చెట్టుబ్రతికియున్న

ప్పుడు అందలి రేడియోబొగ్గు కిరణప్రసారముచేయుచు, హరించు చుండును. కాని వాతావరణములోనుండి గ్రహించు బొగ్గువలన రేడియోబొగ్గుయొక్క భాగము మారకుండఉండును. చెట్టునుకొట్టుట తోడనే అది గాలిలోనిబొగ్గును గ్రహించలేదు. అందుచేత చెట్టులోని రేడియోబొగ్గు కిరణప్రసారముచేయుచు కాలక్రమమున హరించుచుండును. సాధారణబొగ్గులో మార్పుఉండదు. రేడియో బొగ్గుయొక్క అర్ధాయుర్దాయము 5,700 ఏండ్లు. అనగా సగము భాగము రేడియోయాక్టివు ప్రసారముచేతహరించుటకు 5,700 ఏండ్లు పట్టును. మిగిలినసగములో సగముహరించి నాల్గవవంతు మిగులు టకు ఇంకొక 5,700 ఏండ్లుపట్టును. రేడియోబొగ్గుయొక్క కిరణ ప్రసారపు తీవ్రత-రేటు- బొగ్గుయొక్క మొత్తముతో తగ్గును. ప్రసారపురేటు 5,700 ఏండ్లకు సగమగును ; 11,400 ఏండ్లకు నాల్గవవంతగును. ఈకిరణప్రసారపు రేటును యంత్రములతో కొలువవచ్చును. అందుచేత చెట్టుకొట్టిన కొంతకాలమునకుజరిగే కిరణప్రసారపురేటును కొలిచి, చెట్టుబ్రతికియున్నప్పుడుండే పూర్ణ ప్రసారపురేటుతో పోల్చిచూచినచో, పూర్ణరేటు ఇంతవరకు తగ్గుటకుపట్టిన కాలమును నిర్ణయించవచ్చును. అందుచేత చెట్టును కొట్టి ఎన్నేండ్లైనది లెక్కించవచ్చును. ఈజిప్టులోని భూగర్భ మందలి ప్రాతగోరీలలోని, ఆదినివాసులు (Primitive cavemen) నివసించు గుహలలోని, కఱ్ఱముక్కల కిరణప్రసారపురేటును గైగరుకౌంటరుతోకొలిచి ఆకఱ్ఱలయొక్క కాలనిర్ణయముచేసిరి. చరిత్రవలన నిర్ణయమైన కాలములతో ఈనిర్ణయములు రమా

రమీగా సరిపోయినవి. 1951 లో ఇరానీదేశమందుగల ఒక అతి పురాతనపట్టణమును త్రవ్వి కనుగొన్నారు. అది సుమారు 7,000 ఏండ్లనాటిదని ఈవిధానముచేత నిర్ణయింపబడినది. స్టోను హెన్జి (Stonehenge) లో దొరికిన బొగ్గుముక్కనుబట్టి అది 3,800 ఏండ్లనాటిదని, ఈజిప్టులోని ఒకగోతిలోదొరికిన గుప్పెడు ధాన్యమునుబట్టి అది 6,300 ఏండ్లనాటిదని, చరిత్రకు పూర్వపు కాలమునకుసంబంధించిన (Prehistoric) కాలిన ఒకఎముకనుబట్టి అది 11,100 ఏండ్లనాటిదని నిర్ణయము చేయబడినది.

ఈసందర్భములో ఒకచిత్రగాథ తెలిసికొనతగినది కలదు. 1947 లో ఒకనాడురాత్రి బిడోయిన్ జాతికిచెందిన మేకలను కాచుకొనేవారు డెడ్ సీ (Dead Sea) ఉత్తరభాగమున ఒకచోట మకాముచేసిరి. తప్పిపోయిన మేకను వెదుకుటకై వెళ్లినప్పుడు ఒకరాతి ప్రదేశమున చిన్నబిలము గోచరించినది. కష్టముతో దానిలోనికి ప్రాకుచుదిగగా ఒకచిన్న గుహలోనికి వెళ్లిరి. అందు బాగామూతవేసి సీలుచేయబడిన మట్టిజాడీలు కనబడెను. అందు తోలుకాగితముల (Parchment) చుట్టలు భద్రబరుపబడియున్నవి. ఆందేదో వ్రాయబడియున్నది. అవి జెరుసిలములోని క్రైస్తవ గురువుకొని పరిశీలించెను. అందొక చుట్ట 24 అడుగుల పొడుగుండెను. దానిపైని ఇసయాగురించిన బైబిలుభాగము పూర్తిగా వ్రాయబడియుండెను. రేడియోబొగ్గుతో భూతకాలనిర్ణయమును చేయువిధానమును కనిపెట్టి పెంపొందించిన చికాగో విశ్వవిద్యాలయమువారి కీతోలుకాగితపుచుట్టలు పంపబడినవి. ఈతోలు

కాగితపుచుట్టలపైన కట్టబడిన నారబట్టను, అచ్చటి ప్రధాన శాస్త్ర వేత్తయగు విల్లార్డు. ఎఫ్. లిబ్బి, కాల్చి బొగ్గుచేసి దాని కిరణ ప్రసారమునుబట్టి ఆనారబట్ట 1900 సంవత్సరముల క్రిందటిదని నిర్ణయించినాడు. ఇదిచాల ముఖ్యమైన విషయము. ఇంత పురాతనకాలముననే బైబిలులోనిభాగములు వ్రాయబడియున్న వని ఇదివరకు తెలిసినవిషయము కాదు. హీబ్రూభాషలో ఇసయా గాథ క్రీస్తుకాలమునాటికే వ్రాయబడియున్నదన్న విషయము పరిష్కారమైనది. క్రీస్తుకు పూర్వము 8 వ శతాబ్దిలో జీవించిన ఇసయాయొక్కగాథ యథాతథముగా లేఖకులచే వ్రాయబడు చుండెనని, నేడు లభ్యమైయున్న గాథకూడ ప్రామాణికమైనదే యని నిర్ధారణయైనది.

వేడి ప్రదేశములయందు భూగుహలలో ఇట్టి చారిత్ర కాత్మకమగు తోలుకాగితపు లిఖితపత్రములు చెక్కుచెదరక యుండుననని, వాటిని ఇంకను పరిశోధనచేసి కనిపెట్టవచ్చునని అశకలుగుచున్నది. భూగర్భశాస్త్ర పరిశోధనలకు (Geological researches) పురాతన వస్తుశాస్త్ర పరిశోధనలకు (Archaelogical researches) ఈవిధాన మత్యంతోపయోగకారి. ఈవిధానమును పరమాణు పంచాంగ విధానమందురు. (Atomic Calendar)

వైద్యశాస్త్రమునకు, జీవశాస్త్రమునకు, ఉపయోగములు

(Applications to Medicine and Biology)

అవయవములయొక్క, జీవకణముల (Cells) యొక్క నిర్మాణమును సూక్ష్మదర్శినిచేత కనుగొనుచున్నాము. పదార్థముల యొక్క, అణువులయొక్క నిర్మాణమును ఎక్సుకిరణ యంత్రములచేత కనుగొనుచున్నాము. జీవాణువులు పెరుగుటలో కలుగు మార్పులయొక్క వివరములుగాని, రసాయనికముగా అణువులలో కలిగే మార్పుల మర్మములుగాని ఇటీవల కొద్దిసంవత్సరముల క్రిందటివరకు తెలియరాలేదు. ఈవివరములు ఏకస్థానీయముల సహాయమున ఎట్లుతెలియవచ్చినది, కొంతతెలిసికుందాము.

మూలపదార్థముల సంఖ్య 92 నుండి 100 వరకు పెరిగినది. మూలపదార్థముల ఏకస్థానీయములసంఖ్య సుమారు 800. ఈఏకస్థానీయములలో కొన్ని స్థిరకేంద్రకములు కలవి. తక్కినవి అస్థిర కేంద్రకములు కలవి.

బొగ్గు పరమాణువులో 10, 11, 12, 13, 14 భారములు గల ఏకస్థానీయములు కలవు. 12, 13 భారములుకలవి, స్థిర కేంద్రకములు. ప్రకృతిలో సదాదొరుకును. తక్కినమూడు అస్థిర కేంద్రకములు. కృత్రిమముగా సృష్టించవలసినవి. ఇవి స్వయం ప్రకాశములు. స్థిరకేంద్రకములకంటె బరువు తక్కువగల 10,

11, భారములుగల ఏకస్థానీయములనుండి పోజిట్రాను కిరణములు వెలువడుచుండును. స్థిరకేంద్రకములకంటె బరువు ఎక్కువయగు C–14 ఏకస్థానీయమునుండి బీటాకిరణములు వెలువడును. వీటి అర్ధాయుర్దాయములు వేరువేరుగా ఉండును. C–11 ఏకస్థానీయములో అర్ధభాగము హరించి ఇతరకేంద్రకముగా మారుటకు పట్టే అర్ధాయుర్దాయకాలము 11 నిమిషములు. అందుచేత ఈ కార్యమతిత్వరితముగా జరుగుచుండును. దానినుండి వెలువడు పోజిట్రానులు శక్తివంతములుగా ఉండును. C–14 యొక్క అర్ధాయుర్దాయము సుమారు 5,000 సంవత్సరములు. దీనిలో మార్పు అతిసావకాశముగా సాగుచుండును. ఇందుండి బైలుదేరు బీటాకిరణములు మిక్కిలి తక్కువశక్తికలవి. ఇట్టిగుణభేదములను గుర్తించే గైగరుకౌంటరు అను యంత్రసహాయమున ఈకిరణములను, వాటిఉత్పత్తిస్థానములగు అస్థిరకేంద్రకములను, గుర్తించవచ్చును.

ఇట్లే ఇతరమూలపదార్థములయొక్క ఏకస్థానీయముల వివరములను గుర్తించవచ్చును.

రేడియో ఏకస్థానీయములను రెండువిధములగు మార్గములచే సృష్టించుచున్నారు. సైక్లోట్రానులనుండి శక్తివంతములుగా వెలువడు ప్రోటాను, డ్యూటిరాను, ఆల్ఫాకణములతో కొన్ని పదార్థములను ముట్టడించుటచేత కొన్ని ఏకస్థానీయములు పుట్టును.

బెజ్జములద్వారా అల్యూమినియము డబ్బాలలో పూయబడియున్న పదార్థములను అతిజాగ్రత్తతో, చేతులకు ప్రమాదములేని విధమున దింపుదురు. ఆపదార్థములు అందుకొంతకాలము పచనములై, అనగా అందలిన్యూట్రానులచేత ముట్టడింపబడి, వేరువేరు ఏకస్థానీయములుగా మారును. తరువాత ఈడబ్బాలను పట్టుకారులతో జాగ్రత్తగా పైకితీసి, ఆరు అంగుళముల దళసరిగల సీసపు పెట్టెలోనుంచి భద్రపరచెదరు.

వైద్యమునకు, జీవశాస్త్ర జ్ఞానాభివృద్ధికొరకు, ఉపయోగపడే స్వయంప్రకాశములగు ఏకస్థానీయములలో C-14, Fe-59, I-131, P-32, S-35, Na-24 ముఖ్యమైనవి.

కండరములు, ఎముకలు—రక్తము, శోషరసము (Lymph) పైత్యరసము (Bile), జీర్ణరసము (Gastric juice) మొదలగు స్రావములు—చర్మము, నరములు, నాళములు, గ్రంధులు (Glands), మెదడు మొదలగునవి జీవావయవములయందుండును. వీటిని విభజించిచూచినచో నానావిధములగు ధాతువులు (Tissues) ఉండును. ఈధాతువులు కణముల (Cells) సమూహములు—రక్తకణములు, ఎముకకణములు, మాంసకణములు, మెదడు కణములు మొదలైనవి. ఈకణములన్నియు చైతన్య స్వరూపములు. నిరంతరము పుట్టుచు పెరుగుచు, చచ్చుచు ఉండును. ఈచైతన్యక్రియలలో, రసాయనిక సమ్మేళనములు ఎడతెగకుండ జరుగుచుండును.

జీవముగల పదార్థములలోనిరసాయనక్రియలకును, జీవము లేని పదార్థములలో జరుగుక్రియలకును భేదములున్నవి. ఇటీవలనే జీవరసాయనశాస్త్రము (Bio-chemistry) అను నూతనశాస్త్రము బైలుదేరినది ; చాలా అభివృద్ధిపొందినది. ఈజీవరసాయన క్రియలు అతిత్వరితముగా జరుగుచుండును. ఈ క్రియలమీదనే కణములయొక్క, ధాతువులయొక్క, చైతన్యమంతయు ఆధార పడి యున్నది. దేహమందలి సర్వచైతన్య క్రియాసముదాయము నకు మెటబాలిజము (Metabolism) అని పేరు.

ఈ చైతన్యక్రియలెంత వేగవంతములో ఒక ఉదాహరణ మూలకముగా ఇదివరకు కొంతతెలుపబడినది. ఉప్పునుతినిన ఒకనిముషములోనే, అదిలోపలికిపోవుట, మలినరక్తనాళములలో ప్రవహించుట, ఆనాళముల గోడలగుండా చెమటగ్రంథులకు వ్యాపించుట, చెమటతో చర్మముమీదికి చేరుట, మొదలగు కార్యములన్నియు జరుగుచున్నవి. మరియు రక్తనాళములలో ద్రవ పదార్థములు అతివేగముగా ప్రవహించుచుండును. ఒక్కరోజులో పదహారువీశల ఉప్పు ఈమలినరక్తనాళములగుండా ముందుకు, వెనుకకు ప్రవహించుచుండునని శాస్త్రజ్ఞులు లెక్కించినారు.

ఇంత త్వరితగతిలో రసాయనక్రియలు, కణములలోని మార్పులు జరుగుచున్నప్పటికీ, ఏఅవయవ భాగమందుగాని స్వరూపభేదమించుకైన గోచరించదు. కణములయొక్క, ధాతు వులయొక్క, మొత్తపుస్వభావము, స్వరూపము, పరిమాణము,

బరువు మొదలగు గుణములన్నీ ఎంతమాత్రము మార్పుచెందవు. కొన్నికణములు చచ్చిపోవుచుండును. అన్నేకణములు తిరిగి పుట్టుచుండును. చచ్చిన కణములను దేహము విసర్జించుచుండును. ఆహారపదార్థములనుండి క్రొత్తకణము లేర్పడుచుండును. ఇట్టి అవయవనిర్మాణకార్యము విచిత్రము, దురవగాహము. ప్రకృతి నిర్మితమైన ఒకపెద్ద ఫేక్టరీయని దేహమును చెప్పవచ్చును.

ఈ చైతన్యపరంపరలు నియమిత పద్ధతిని సాగుచున్నంత వరకు ఆరోగ్యములో ఏభేదముకలుగదు. ఈప్రక్రియలలో ఏయవ యవమందుగాని వ్యత్యయము గలిగినచో, దానిధర్మములో వ్యత్యయమేర్పడి, దేహమునకు అనారోగ్యముకలుగును. అందు చేత ఈక్రియాకలాపమునందు, ఏమార్పు, ఎక్కడ, ఎంతవరకు కలుగుచున్నదీ తెలిసికొనినచో వ్యాధియొక్కమూలము గోచ రించును.

ఈ మార్పులను కనిపెట్టుటకై స్వయంప్రకాశములగు ఏకస్థానీయములను దేహములో ప్రవేశపెట్టి వాటిమార్గము నన్వే షించుచున్నారు. ఈయన్వేషణలచేత అవయవధర్మములలో కలిగే మార్పులు తెలిసికొనుచున్నారు.

వివిధావయవములయందలి విటమినులు, హార్మోనులు, ఎన్‌జైములు మొదలగు జీవరసాయన పదార్థములు నిర్వర్తించు ధర్మములను, కార్యములను, ఈమార్గాన్వేషణా విధానముచేత పరిశోధకులు గ్రహించుచున్నారు. వీటివలన రోగములయొక్క

స్వరూపము, చేయదగినచికిత్స, చేసినచికిత్సాఫలితములు, ఇది వరకెన్నడును తెలిసికొన వీలులేనంతటి నిశితముగా కనుగొను చున్నారు. అందుచేత వైద్యమునకు ఎంతోసహాయము జరుగు చున్నది.

ఈయన్వేషణా విధానమునందు వాడు స్వయంప్రకాశము లగు ఏకస్థానీయములున్నూ మనముభుజించు ఆహారమందలి ముఖ్యమగు పదార్థములున్నూ రసాయనికముగా ఒకటే, బొగ్గు, నత్రజని, ఉదజని, ప్రాణవాయువు, భాస్వరము, గంధకము, ఇనుము, కేల్సియము, సోడియము, పొటాసియము, అయొడీను మొదలగునవి. ఇట్టి పరిమితసంఖ్యగల ద్రవ్యములనుండి, అవ యవనిర్మాణ భేదములకు అనుగుణమైన పిండిపదార్థములు, క్రొవ్వుపదార్థములు, మాంసకృత్తులు, ఎన్నెన్నో వందలకొలది దేహములో నిర్మాణమగుచున్నవి. వీటితత్వమును తెలిసికొను టకు, ఇదివరలోచేసిన ప్రయత్నములు ఫలవంతములు కాలేదు. ఈనూతన అన్వేషణావిధానమువలన వీటియొక్క రహస్యములు క్రమముగా బైటపడుచున్నవి.

ఈపరిశోధనలవలన కలుగు మహోపకారము, కొన్ని ఉదాహరణలవలన కొంత స్పష్టపడగలదు.

(i) రక్తములోని తెల్లకణములు హఠాత్తుగా పెరిగి పోవుట తటస్థించును (లుకేమియా). ఆస్థితిని అరికట్టకుండినచో ప్రాణాపాయము కలుగవచ్చును. అందుకని రేడియో భాస్వర

మును (P-32) రోగి కిచ్చెదరు. దానినుండి వెలువడు బీటా కిరణములు, రక్తములో అనవసరముగా ఉత్పత్తిఅయే తెల్లకణములను రూపుమాపును. మరియు నిట్లే రక్తమందుకలుగు కొన్ని దోషములను ఈభాస్వరము హరించును.

(ii) అయొడీనుగల పదార్థములను తినినప్పుడు అందలి అయొడీను దేహమందలి అన్నిభాగములలోకంటె కంఠగ్రంధి (Thyroid gland) యందెక్కువగా చేరును. కంఠగ్రంధిలో చైతన్యమొక్కొక్కప్పుడు తీవ్రమై దాని కణములు (Thyroid cells) ఎక్కువగా ఉత్పత్తి యగును. అప్పుడు రేడియో అయొడీనును (I-131) లోపలికిచ్చినచో అది కంఠగ్రంధిలోచేరి అనవసరముగ పుట్టుచున్న కణములను బీటాకణములచేత హరించును. మరియు కొన్నిసందర్భములయందు, కంఠగ్రంధిమూలమునకలిగే కేన్సరు అను పుండును, మాన్పుటకుకూడ అయొడీను ఉపయోగపడును.

కంఠగ్రంధియొక్క ధర్మము సవ్యముగా సాగుచున్నది లేనిదీ ఈఅయొడీనువలన తెలిసికోవచ్చును. లోపలికిచ్చిన స్వయంప్రకాశమగు అయొడీను కంఠగ్రంధియందు ఏరేటు ప్రకారము చేరుచున్నది, కంఠము పైభాగమందమర్చిన యంత్ర సహాయమున, రెండుమూడు దినములు పరిశోధించి, ఆరేటులో గల వ్యత్యయములనుబట్టి ధర్మనివర్తన సౌమ్యముగా జరుగుచున్నది లేనిదీ తెలిసికొనుచున్నారు. ఇట్టి సందర్భములోవాడే రేడియోఅయొడీను మోతాదు చాలాతక్కువగా ఉండును. కంఠ

వలన జరిగేమార్పు లెట్టివైనది. మొదలగు విషయములను గ్రహించుచున్నారు.

(v) పశువులకు రక్తపుష్టిని, బలమును ఇచ్చు మేతలను నిర్ధారణచేయుటకు స్వయంప్రకాశమగు ఇనుము (Fe–59) నుపయోగించి తెలిసికొనుచున్నారు. గర్భిణీస్త్రీలకు నెలలు ముదిరిన కొలదీ రక్తపుష్టికి ఇనుము ఎక్కువగా కావలెనని, రక్తపుష్టిబాగా ఉన్నవారు తీసుకునే ఇనుము వంటబట్టక వృధాగావిసర్జింపబడునని, అంటురోగములు, వాపులు, మంటలు, నొప్పులుకల స్థితిలో, రక్తమునకెంతయవసరమైనను, తిన్న ఇనుము వంటపట్టదని, మొదలగు విషయములు Fe–59 నుపయోగించి, మార్గాన్వేషణా విధానమున తెలిసికొనిరి.

దేహములోని అనారోగ్యములకు కారణములను నిశ్చయించుటకూ, అట్టి అనారోగ్యములను తొలగించుటకు వాడే మందులు పనిచేయువిధానములను తెలిసికొనుటకూ, ఈపరిశోధనలు సాధనములగుచున్నవి. దేహముయొక్క మెటబాలిజము రోగమువలన ఎట్లుమార్పుచెందేది, మందులవలన ఏయేదేహభాగములలో ఏయేరసాయనిక మార్పులుకలిగి మెటబాలిజము యథాస్థితికి వచ్చేది, ఇందువలన స్పష్టముకాగలదు. అనారోగ్యమును తీవ్రముగా ప్రతిఘటించుటకై పూర్వముకంటె బాగుగా రోగనివారణను చేయగలిగే ఔషధములను, ఈపరిశోధనలవలన వైద్యశాస్త్రనిపుణులు వృద్ధిచేయుచున్నారు.

(vi) జంతుశాస్త్రములోకూడ (Zoology) కొన్ని పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి. జీవకణముయొక్క కేంద్రకములో దారముల వంటివి కొన్నియుండును. వాటిని క్రోమోజోమ్సు (Chromosomes) అందురు. వీటిలో జనే (Genes) అను సృష్టికారణములగు సూక్ష్మకణములుండును. అవిజంటలుగా ఉండును. ఒకటి తల్లికణము, ఒకటి తండ్రికణము. ఈజీవకణములెల్లప్పుడు విభజనగుచుండును. ఈవిభజనలో క్రోమోజోమ్సు, జనేలు కూడ విభజనగుచుండును. ఈవిభజనవల్లనే క్రొత్తజీవకణములుత్పత్తియగుచుండును. నూతనముగా సృష్టియగుకణములు తల్లికణములవలెనే యుండును. జనేకణములలో ఏకారణముచేతనైన మార్పుకలిగినచో నూతనముగాసృష్టియైన కణముయొక్క గుణము మారును. ఇట్టిమార్పు బీజకణములోనే (Germ cell) కలిగినచో కలిగేసంతానమున కీమార్పు సంక్రమించును. తల్లిజాతికి కొంత భిన్నమైనజాతి సృష్టియగును. సంతానములో గుణభేదమును కలిగించే ఇట్టిక్రియను మ్యుటేషను (Mutation అందురు. ఇది ప్రకృతిలో సకృతుగా కలుగుచుండును. సృష్టిపరిణామకార్యములో (Evolution) మ్యుటేషను ముఖ్యమైనది. ఎక్సుకిరణములచేత జీవకణములను ముట్టడించుటచేత ప్రకృతిలోకంటె ఎక్కువ తరుచుగా మ్యుటేషను జరుగునని ఇదివరకు తెలిసినవిషయము. జీవకణములను న్యూట్రానులచేత ముట్టడించినచో ఎక్సుకిరణములచేత ముట్టడించినప్పటికంటె మూడునాలుగు రెట్లు తరుచుగా మ్యుటేషను కలుగునని పరిశోధనలు చేసి కనిపెట్టినారు. ఈవిధముగా సృష్టిపరిణామకార్యమును వేగపరచుచున్నారు.

అమెరికా సంయుక్తరాష్ట్రములలోని, అనేక విశ్వకళా కేంద్రములయందు, పెక్కాలజీసంస్థలయందు, వైద్యశాలల యందు, వైద్యకళాశాలలయందు యుద్ధశాఖావైద్య పరిశోధనా ప్రయోగశాలలయందు, ఆహారసంఘ కార్యాలయములయందు, పార్కు-డేవిస్, మెర్కు, మొదలగు ఔషధవ్యాపారసంస్థలయందు, మరియెన్నిటియందో ఈపరిశోధనలు విరివిగా సాగుచున్నవి. కెనడా, గ్రేట్‌బ్రిటను మొదలగుదేశములలోకూడ ఈపరిశోధనలు సాగుచున్నవి.

ఈపరిశోధనల కవసరములగు స్వయంప్రకాశ ఏకస్థానీయ ములను పైదేశములవారు తయారు చేయుచున్నారు. లైసెన్సు పొందినవారికి కొన్ని నిబంధనలప్రకారము వాటిని సప్లయి చేయు చున్నారు. వీటి నొకచోటనుండి మరియొకచోటికి తీసికొని వెళ్లునప్పుడు వాటినుండివెలువడు రేడియోయాక్టివు కిరణములవలన ప్రమాదము కలుగకుండుటకు, దళసరైన సీసపుపెట్టెలో నుంచె దరు. విమానములద్వారా పంపేటప్పుడు, సీసపుపెట్టెలనుండి ఏకస్థానీయములుండు డబ్బీలనుతీసి విమానపురెక్కలకు చివర భాగమున వ్రేలాడగట్టెదరు. రెక్కలు చాలపెద్దవిగనుక విమాన ములోనున్నవారికి ఈఏకస్థానీయములనుండి వెడలు రేడియో ఏక్టివుకిరణములవలన ప్రమాదముండదు. విమానము దిగగానే డబ్బీలలోనున్న ఈఏకస్థానీయములను వేరే సీసపుపెట్టెలలో భద్రపరచెదరు.

(vii) రేడియోగ్రఫీ (Radiography) — రోగ భూయిష్టములైన దేహభాగములకు ఎక్సుకిరణములతో ఫొటో గ్రాఫుతీసి, ఆభాగములయొక్క స్థితిని తెలిసికొనుచున్నాము. ఈఎక్సుకిరణయంత్రములు చాలా బరువైనవి; సాధారణముగా కదప వీలులేనివి. రేడియమునుండి, వెలువడు గామాకిరణముల నుపయోగించి దేహభాగములకు ఫొటోలనుతీయు యంత్రమును ఈమధ్యనే కనిపెట్టినారు. ఒక చిన్నపెట్టెలో ఇమిడ్చి ఎక్కడికైనను సులువుగాతీసికొనివెళ్లుటకు ఇది వీలుగాఉండును. రోగిని కదపనక్కరలేకుండ రోగివద్దకే దీనిని తీసికొనివెళ్లవచ్చును.

రోగియొక్క ఏభాగమునైనను ఈయంత్రముతో ఫొటో తీయవచ్చును. దీనివలనతీయు ఫొటోకు రేడియోగ్రాఫని పేరు. ఈవిధానమునకు రేడియోగ్రఫీ అనిపేరు.

రేడియమును కొన్నిచికిత్సల కుపయోగించుచున్నారు. రేడియము విపరీతమైన ఖరీదు. రియాక్టర్లనుండి తయారుచేయబడు రేడియోఏక్టివు కోబాల్టు * (Co-60) రేడియమువలెనే గామాకిరణములను వెలువరించును. అవికూడ శక్తివంతములే. అందుచేత చికిత్సలకు, రేడియోగ్రఫీకి ఈకోబాల్టును రేడియముబదులుగా ఉపయోగించుచున్నారు. దీని అర్ధాయుర్దాయము 5 సంవత్సరముల 4 మాసములు. దీనిఖరీదు, రేడియముకంటె 250 రెట్లు తక్కువ.

ఎక్సుకిరణయంత్రమునకు బదులుగా రేడియోగ్రఫీని పరిశ్రమలలో ఎక్కువయుపయోగముతోనూ, సులువుతోనూ, వాడు

* మణిశిల

చున్నారు. చాలాదళసరిగా పోతపోసిన లోహపుయంత్రభాగముల లోనికి ప్రవేశించి లోపములను గుర్తించుటకు, ఎక్సుకిరణముల కంటె గామాకిరణములు బహుశక్తివంతములు గనుక—రేడియోగ్రఫీ ఎక్కువగా ఉపయోగపడుచున్నది.

(viii) సేంద్రియ ప్రాణులు - పరమాణువులు - * పరమాణు నిర్మాణమునుబట్టి ప్రాణులలోని కణములయొక్క నిర్మాణమును గురించిన నూతనహంశములు జీవశాస్త్రవేత్తలు కనిపెట్టుచున్నారు. జీవకణములు, జీవముకల పరమాణువుల వంటివని, నిర్జీవపదార్థములయందుగల పరమాణువులకును జీవకణములకును అత్యంతసామ్యము కలదని, మనదేశములోని లక్ష్మణపురి (Lucknow) లోని కింగుజార్జి మెడికల్ కాలేజీ ప్రధానాచార్యుడగు డాక్టరు బర్రిడ్జి (Dr. W. Burridge), వారి సహాయులు ఈనడుమనే కనిపెట్టినారు.

పరమాణువులలో అనేక నిర్మాణచిత్రము లున్నట్టుగానే జీవకణములయందుకూడ కలవు. నిర్జీవపరమాణువులలో అన్నింటి కంటె విచిత్రనిర్మాణముగల యురేనియముకేంద్రకము తనంతట తానే కిరణములను చిమ్ముచు, ఇతరకేంద్రక పరంపరలుగా మారుచునేయుండును. అట్లే అన్నిజీవకణములలోను విచిత్ర నిర్మాణముగల మెదడులోని జీవకణములు, నిరంతరము విచ్ఛేదనము పొందుచూ ఎక్కువచైతన్యముతో సంచరించుచుండునని తెలిసికొనిరి.

* Organic Life and Atomic Structure.

ఇంద్రియానుభవములు, మొదలగు జీవకార్యములయందు జీవకణములు నశించును. అనుభవముల తీవ్రతనుబట్టి, కండరములుచేయు పనితీవ్రతనుబట్టి ఈజీవకణవిచ్ఛేదనము ఎక్కువగును. ఈకార్యములు యురేనియముకేంద్రకవిచ్ఛేదనముతో సరిపోల్ప దగునని ఊహించుచున్నారు.

కణములలోని జీవపదార్థము (Protoplasm) యొక్క నిర్మాణము పరమాణునిర్మాణమును పోలియుండునని, ప్రతికణము మధ్య ఒకకేంద్రకమున్నదని, దానిని చుట్టి సూక్ష్మతరములగు కణములు తిరుగుచుండునని కనుగొనిరి. ఇంద్రియానుభవములు తీవ్రముగా యున్నపుడు, కణములకేంద్రకములను చుట్టితిరుగు సూక్ష్మతర కణములు తీవ్రముగా సంచలించునని కనిపెట్టిరి.

ఈపరిశోధనలవలన జీవశాస్త్రములోని ముఖ్యవిషయముల యందు - ప్రాణముయొక్క స్వరూపమెట్టిది, ఇంద్రియాను భవములు తీవ్రములైనప్పుడూ, అనారోగ్యము కలిగినప్పుడూ. ప్రాణమునకు సంచలనము, సంక్షోభము ఏరీతినికలుగుచుండును అను ముఖ్యవిషయములయందు – నూతనజ్ఞానసంపాదన జరుగగలదని భావించుచున్నారు.

XV

ఉపసంహారము

పరమాణుశక్తి సంపాదనకార్యము శాస్త్రజ్ఞులచే ఎట్లు కనిపెట్టబడినదో, దానిని ఏయేమార్గములలో ఉపయోగించజూచుచున్నారో తెలిసికొంటిమి. మానవచరిత్రలో, పరిశోధనాఫలితముగా తెలిసికొనిన ప్రకృతిరహస్యముల యన్నిటిలోను ఈ పరమాణుశక్తిని కనిపెట్టిన ఘట్టము మహత్తరమైనది, అత్యద్భుతమైనది. దీనియొక్క విలువలు ఇంకనెన్నింటినో తెలిసికొనవలసియున్నది. నిర్మాణాత్మకముగాను, శాంతిప్రదముగాను, ఉపయోగించుటకైచేయు ప్రయత్నము అంతగా సాగుటలేదు. మారణసాధనముగా ఉపయోగించుటకైచేయు ప్రయత్నములు విపరీతములై యున్నవి. ఇట్టి సందర్భమందు ప్రపంచపరిస్థితిలో గొప్ప క్లిష్టమైన, సందిగ్ధమైన స్థితి ఏర్పడియున్నది. ఈవిషయములలో ప్రముఖరాజ్యముల వారి మనోభావము లెట్టివైయున్నవో, వాటియొక్క పరిణామ మేమైయుండగలదో, ప్రపంచమునకు ఎట్లు క్షేమలాభములు రాగలవో కొంతవిచారణీయమగు విషయము. ఇండియా, అమెరికా, బ్రిటను, రష్యాదేశములలోని భావములను క్రమముగా పేర్కొని చర్చించుచున్నాను.

బొంబాయిలోని తాతా ఇన్స్టిట్యూట్ లో పరమాణుశక్తిని గురించిన ముఖ్యపరిశోధనలు డాక్టరు భాభా యాజమాన్యమున సాగుచున్నవి. మన ప్రభుత్వమువారి ప్రోత్సాహముక్రింద

ఆలీఘర్, కలకత్తా, ఢిల్లీ మొదలగుకేంద్రములలో ఇట్టి పరిశోధ నలు సాగుచున్నవి. ప్రభుత్వమువారు పరమాణుశక్తి పరిశోధన సంఘము నేర్పాటుచేసియున్నారు. పరమాణుబాంబులను పరమాణు అస్త్రములను తయారుచేయుట ఈసంఘోద్దేశముకాదు. యురేని యము మొదలగు ముడిపదార్థములను సేకరించి పరమాణుశక్తి నుత్పత్తిచేసి, రియాక్టర్లను, ఇంజనులను 1960 లోగా తయారు చేసి, పరమాణుశక్తిని నిర్మాణాత్మకమగు కార్యములకు, పారి శ్రామిక వృద్ధికి, సులభముగా అందుబాటుచేయుటయు, పరమాణు శక్తికి సంబంధించిన ప్రాథమికశాస్త్రవిషయములను పరిశోధన లను చేసి కనుగొనుటయు ఈసంఘముయొక్క ఉద్దేశములు.

అమెరికా సంయుక్తరాష్ట్రములలోని పరమాణుశక్తి విచా రణ సంఘము 1951 సంవత్సరాంతమున వెల్లడిచేసిన విషయము లలో ముఖ్యమైనవేమంటే - శత్రువులపై ప్రయోగించుటకై వివిధ ములగు పరమాణుఅస్త్రములను ఉత్పత్తిచేయుచున్నాము. హిరో షిమా, నాగసాకీలమీద ప్రయోగించిన పరమాణుబాంబులకంటె శక్తిగల బాంబులను తయారుచేయుచున్నాము; వీటినిమించిన హైడ్రోజనుబాంబు తయారీవిషయము చాలవరకు ఫలోన్ముఖ మైనది;* పరమాణుశక్తితో నడపబడే జలాంతర్గాములు 1 – 2 ఏండ్లలో సిద్ధముకాగలవు, అని. ఇవన్నియును ప్రచండమారణ యంత్రములు.

ఇది ఇట్లుండగా, బ్రిటిషువారు పరమాణుబాంబులను తయారుచేయుచున్నారు. మచ్చుబాంబును కొద్దిదినముల క్రిందటనే

---

* హైడ్రోజను బాంబును తయారుచేసి పేల్చి చూచిరను వార్తకూడ అమెరికా పత్రికలు 8–11–52 న ప్రచురించినవి.

పేల్చిచూచి జయప్రదమైనదని వెల్లడించినారు. ఈవిషయమును కామన్సుసభలో వివరించుచు ప్రధానమంత్రి విన్‌స్టన్‌చర్చిల్ ఇలాగున అన్నాడు. "బ్రిటిషువారుకూడ పరమాణుబాంబు నిర్మాణమును సాధించగలిగిరిగాన, అమెరికావారు బ్రిటిషువారిని సమానస్కంధులుగా పరిగణింపక తీరదని, పరమాణుశక్తి సంబంధమైన అనేక రహస్యవిషయములగురించి సంప్రతింపులు వారికి, వీరికి మధ్య ఇంక నిరభ్యంతరముగ జరుగవచ్చును"అని. అమెరికాలోని శాస్త్రనిపుణులు, రాజకీయవేత్తలు - పరమాణుబాంబు, అస్త్రములు మొదలగు విషయములలో తమకంటె బ్రిటిషువారు విశేషవిషయములను కనిపెట్టియుండవచ్చునని, అందుచేత నిరభ్యంతరముగా వారితో సంప్రతించుట యవసరమని భావించుచున్నారు.

ట్రూమను, చర్చిలు కలసి "పరమాణుఆయుధ, ఇతర ఆయుధములయొక్క బలములద్వారా ప్రపంచ శాంతిస్థాపన చేయుటయే మాపరమలక్ష్య"మని శాంతిసందేశమును ప్రచురించియున్నారు. తమయొక్క లక్ష్యమగు శాంతిని స్థాపించుప్రయత్నములను రష్యాప్రభుత్వము తీవ్రముగా ప్రతిఘటించుచున్నదని అందుచేత ప్రపంచమందు శాంతికలుగుటలేదని వీరు పదేపదే ప్రచురించుచున్నారు.

ప్రతిపక్షులగు రష్యావారుకూడ తమఏకైకలక్ష్యము, శాంతిస్థాపనయేయని, అమెరికా, బ్రిటిషుప్రభుత్వములయొక్క యాటంకములచేత, వారితీవ్రయుద్ధ ప్రయత్నములచేత, విధిలేక తాముకూడ

యుద్ధప్రయత్నములయం దప్రమత్తులై యుండవలసి వచ్చినదని అంటున్నారు. ప్రపంచమునకంతగా వెల్లడికాకున్నను, రష్యావారు కూడ పరమాణుబాంబు చేసినట్లు తెలియవచ్చినది. అంతేకాదు, హైడ్రోజనుబాంబు మొదలగుప్రయత్నములు వారుచేయుచున్నారని వారున్నా ఫలములను త్వరలోపొందవచ్చునని బ్రిటిషు, అమెరికా ప్రభుత్వములవారు భావించుచున్నారు.

ఇట్లు ప్రపంచమందు రెండుతెగలేర్పడి ఇరుమొనలవారు సర్వసిద్ధముగా ఉండి, ఒకరినిమించి ఒకరు అస్త్రశస్త్రములను తయారుచేయుచూ ప్రపంచమునకంతకూ భయమునుపుట్టించు చున్నారు. ఏకారణముచేతనైన యుద్ధమేప్రారంభమైనదంటే ప్రపంచమునకు, మానవకోటికి ప్రళయమే.

ఇట్టిప్రళయమును వారించుటకై ఏర్పాటైయున్న అంత ర్జాతీయ సమితిలోకూడ ఈరాజ్యములవారే బలవంతులై యుండుట చేత వారివారి కక్షలలో ఇతరదేశములవారు అనేకకారణములచేత చేరియుండుటచేత ఇదిన్యాయము, ధర్మము అని, చెప్పేవారికి నైతికబలమేగాని, భౌతికబలము లేకుండుటచేత, ప్రతిష్టంభన తీవ్రముగా ఏర్పడియున్నది. అంతర్జాతీయ సమితి నామమాత్రము గానే యున్నది. కుల, మత, జాతి, భేదములు, వైషమ్యములు, పెచ్చుపెరిగినవి. శాంతియుతమగు సమాధానమార్గమునకు తావు లేకున్నది. దీనికంతకు ఈపెద్దరాజ్యములవారికి ఒకరియందు

ఒకరికి నమ్మకములేకుండుట, భయము, అనుమానము రాజ్య పాలనా విధానమందలి భేదాభిప్రాయములు ముఖ్యకారణములు.

ఇట్టి దుస్థితి మానవజాతి కెట్లు సంభవించినదీ సుస్పష్టము చేయుటకష్టము. కాని గత నూరేండ్లనుండి, అందున్నా గడచిన అర్ధశతాబ్దములోనూ, భౌతిక, రసాయన శాస్త్రములయందు గొప్ప గొప్ప విషయములు కనిపెట్టబడినవి. వాటినుపయోగించుకుని పరిశ్రమలు, వాణిజ్యము పెంపొందినది. బ్రిటను, అమెరికా మొదలగు కొన్నిరాజ్యముల వారి కీ యభ్యుదయ మెక్కువగా లభించినది. ధనము, జీవితసౌఖ్యము పెరిగినవి. పరచింత కంటె స్వార్థచింత పెరిగినది. దీనికంతకును కారణమైన శాస్త్ర మందు, శాస్త్రజ్ఞులయందుగల శ్రద్ధ, గౌరవము తగ్గినవి. శాస్త్రము, శాస్త్రవేత్తలు, రాజ్యదక్షుల చెప్పుచేతలలో మెలగి, వారి యాదేశానుసారముగా నూతన విషయములను కనిపెట్టి అప్పగించుట తప్ప, అట్టి ఫలితముల యుపయోగములవలన కలుగు కీడుమేళ్ల విషయములలో శాస్త్రజ్ఞుల సలహా, ప్రమేయము ఏమియు లేదను తూష్ణీంభావము బలీయమైనది.

తక్కువ భౌతికబలముగలిగిన ఇతర ప్రజల దేశములలో ఈరాజ్యములవారు—వెనుకపడియున్న మిమ్ముల నుద్ధరించెదమను సాకుతో ప్రవేశించి—దేశసంపదను, ప్రజల ఆధ్యాత్మిక నైతిక శక్తులను గుల్లజేసి, హింసించి వారిదేశమును స్వాధీనపరచుకొని, ఇట్టి అభిప్రాయముగల ఇతర బలవంతులగు రాజ్యములవారితో

పోటీలుపడి, యుద్ధములనుచేసి స్వనాశనమును, పరనాశనమును చేయుచువచ్చిరి. యుద్ధబలమును పెంపొందించుకొనుటకై ఆయుధ ఉత్పత్తిని విపరీతముగాచేసి, శాస్త్రపరిశోధనలను ఇందులకై మిక్కుటముగా జరిపించి, అభ్యుదయమునకై ఉపయుక్తము కాతగిన విలువలేని ధీశక్తిని, కోటానుకోట్ల విలువగల ధనమును, ఇతర సంపదలను మారణహోమములోపోసి సర్వవిధముల కీడు మూడునట్లొనర్చిరి. ప్రపంచమందంతటను అశాంతి పెరిగిపోయి నది. ఎన్ని యుద్ధములుజరిగినను శాంతి, క్షేమము, భద్రత, ప్రపంచము పొందుటలేదని కళ్ళారచూచికూడ పశుబలమువలన లాభములేదు/ నైతిక ఆధ్యాత్మిక దృక్పథమును పట్టుటయే కర్తవ్యము/అను దివ్యజ్ఞానోదయము వారికింకను కలుగలేదు.

ఇట్టిజ్ఞానోదయము ప్రముఖులును, రాజతంత్రములను నడుపువారును అగువారిలో కలుగుట కష్టమైననూ, అట్టిజ్ఞానా భావముచేత బాధలనుపొందుచున్న ఆయాదేశస్థులకైన కలుగుట లేదు. కలిగినను కార్యరూపమును దాల్చునట్టి తీవ్రతపొందలేదు.

ఉదాహరణకు, నేటియుద్ధవ్యూహ రచనావిధానమును బట్టి, ఏకారణముచేతనైన రష్యావారితో యుద్ధమువచ్చినచో బ్రిటను దేశముయొక్క స్థితి ఏమికావలయునో భావించుటకే భయమగు చున్నదని యుద్ధశాస్త్రనిపుణు లనుచున్నారు. ఇదివరకెన్నో కష్ట ములకు పాలై బ్రిటనుదేశము/శక్తిని, బలమును సంపత్తును కోల్పోయి, రాజ్యములలో తనకుగల అగ్రస్థానమును/ కోల్పోయి

ఆర్థికముగా క్లేశపడుచున్నది. అట్టిబ్రిటనుకు కలిగినస్థితే, నేడు సర్వోన్నతులమనుకొను వారికి, మరియొకరికికూడ ఏల కలుగ రాదు ? అందుచేత పెద్దపెద్దరాజ్యములలోని ప్రజలు, రాజ్యనిర్వాహకులు, మానవచరిత్రవలన గ్రహించినపాఠము పునర్విమర్శన చేసికొని శాంతిమార్గమును పట్టనిచో ప్రపంచము నేటిభయంకర పరిణామములో ఎంతోకాలము నిలిచి వర్ధిల్లుట కష్టము.

అట్టివిపత్తు సంభవించకుండ, ప్రపంచముయొక్క పోకడ శుభాంతముగానే పరిణమించగలదను ఆశతోనేయుండుట ధర్మము.

ప్రళయోద్దండమగునట్టి, ప్రయోగించినవారిని, వారి ప్రతి పక్షులను కూడ నిష్పక్షపాతముగా రూపుమాపగలిగినట్టి పరమాణు శక్తి నిగురించి చులకనగా ఆలోచించక—న్యాయమును, ధర్మమును, నీతిని, ప్రపంచముయొక్క శాశ్వతమైన లాభమును, క్షేమమును శాంతిని ఆదర్శములుగా ఉంచుకొని, రాజనీతిజ్ఞులు, తమ కర్తవ్యమునకు పూనుకొనే శుభసమయము త్వరలో కలుగుగాక ! ప్రపంచమునకు జ్ఞానోదయమై ప్రపంచమంతయు శాంతివంతమై, మానవులందరు ఏక హృదయులై, పరస్పర సౌభాగ్యమును పెంపొందించుకొని, సుఖసంపదలతో తులతూగుదురు గాక !

సర్వేజనా స్సుఖినోభవంతు !

BIBLIOGRAPHY

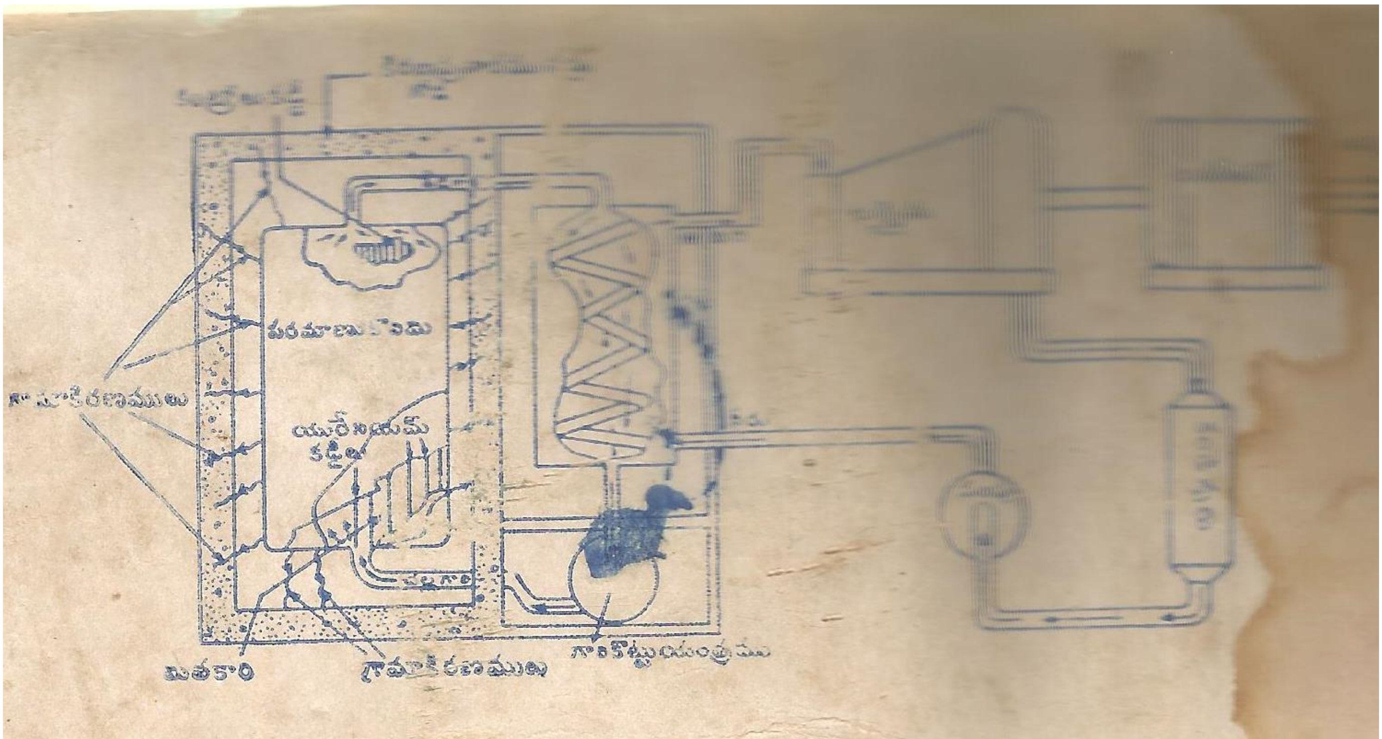
1. Atomic Energy Year Book-Edited by John Tutin Temple Press, Limited - London, 1949.
2. Atomic Energy in the Coming Era by David Dietz - Dodd, Mead & Company, 1947.
3. The Atom and its Energy. by Andrade, E. N. da C.
4. Why Smash Atoms? - Pelican Books by A. K. Solomon.
5. Atomic Energy - Frontiers of Science Series - by R. R. Nimmo, 1947.
6. Atomic Energy in War and Peace by G. G. Hawley & S. W. Leifson, Reinhold Publishing Corporation New York - 1945.
7. Hiroshima - Penguin Books by John Hersey, 1946.
8. Military and Political Consequences of Atomic Energy. by P. M. S. Blackett - Turnstile Press London, 1948.
9. Atomic Energy-by George Gamow, Cambridge, 1947.
10. What is Atomic Energy? by K. Mendelssohn - Sigma Series, 1946.
11. Atomic Energy - A Pelican Book, Edited by J. L. Crammer and R. E. Peierls, 1950.
12. The Economic Aspect of Atomic Energy - Cowles Commisson, Chicago University, 1950.
13. Atomic Energy - Report by H. D. Smyth - H. M. S. Stationery Office - London, 1945.

Corrections to the Text

శోధిక

పుట	పంక్తి	తప్పు	ఒప్పు
5	4	ప్రకాశించు	ప్రవేశించు
9 15 190	3 5, 6 6	పదార్ధ	పదార్థ
12	16	ఒ డి	ఒత్తిడి
25	10	బెర్లి్కనియము	బెర్కిలియము
35	14	యందలి సంఖ్య	యందలి ఎలక్ట్రానుల సం
44 57	1 6	నాలు	నాల్గు
44	13	నిరారణ	నిర్ధారణ
,,	14	వరసూత్రము	వర్గసూత్రము
47	Foot Note 6	1.44×10^{-3}	1.44×10^{-36}
49	4	కొదిగా	కొద్దిగా
,,	13	దీనినిబటి	దీనినిబట్టి
,,	15	కలదు.	కలదు
51	10	సంయోగశ	సంయోగశక్తి
,,	,,	పెదబిందువు	పెద్దబిందువు
54	7	ప్రపంచయొక్క	ప్రపంచముయొక్క
57	1	ఎడమవైనకు	ఎడమవైపునకు
60	13	సమానమైనటిన్నీ	సమానమైనట్టిన్నీ
63	3	శ	శక్తి
64	5	ఇటి	ఇట్టి
66	6	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$
70	15, 16	సన్నటి సూదులవంటి వాణ ములతో గడ్డిబొద్దు	గడ్డిబొద్దు
71	(3) లో	$_0n$	$_0n^1$
73	12	సూలముగా	స్థూలముగా
88 206	2 4, 5	ఏక సానీయము	ఏకస్థానీయము

Back Cover



పరిశ్రమలయందు పరమాణుశక్తి నుపయోగించు విధానము